



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Remoción de aceites y grasas mediante óxido de grafeno artesanal en el  
centro de lavado “Splash” San Miguel – Lima, 2018**

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

**AUTOR:**

Miguel Romulo Jaramillo Jimenez

**ASESOR:**

Dr. César Eduardo Jiménez Calderón

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2018-II

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña) **MIGUEL ROMULO JARAMILLO JIMENEZ**, cuyo título es: "**REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS MEDIANTE ÓXIDO DE GRAFENO ARTESANAL EN EL CENTRO DE LAVADO "SPASH" SAN MIGUEL - LIMA, 2018**"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 15 (número) BUNCE (letras).

Los Olivos, de diciembre de 2018

  
.....  
Dr. Elmer González Benites Alfaro

**PRESIDENTE**

  
.....  
Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza

**SECRETARIO**



  
.....  
Dr. César Eduardo Jiménez Calderón

**VOCAL**

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

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a mis padres Rómulo Jaramillo López y Cirila Jiménez que con mucho esfuerzo supieron sacarme adelante y también a mis amigos por brindarme su apoyo incondicional durante este proceso muy importante de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la oportunidad de terminar mi carrera profesional.

A mis padres y hermanos por brindarme apoyo incondicional en esta nueva etapa de mi vida.

A mi asesor Cesar Eduardo Jiménez Calderón por guiarme durante toda esta investigación.

A mis amigos más cercanos por apoyarme en el proceso de experimentación de este trabajo de investigación.

A la casa de estudio, la Universidad César Vallejo y docentes que me ayudaron en mi formación durante todos estos años, al químico Alexander Quintana Paetan que me orientó en el desarrollo de los análisis también a cada uno de los encargados del laboratorio.

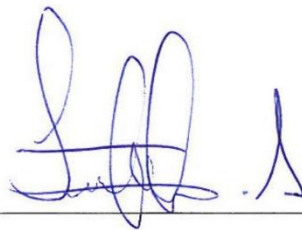
## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Miguel Romulo Jaramillo Jimenez con DNI N<sup>0</sup> 70609802, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, de 10 de diciembre del 2018



---

**Miguel Romulo Jaramillo Jimenez**

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado

Pongo a su disposición la tesis titulada **“REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS MEDIANTE ÓXIDO DE GRAFENO ARTESANAL EN EL CENTRO DE LAVADO “SPASH” SAN MIGUEL – LIMA, 2018”**; la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para optar el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

**MIGUEL ROMULO JARAMILLO JIMENEZ**

## INDICE

PAGINA DE JURADO .....	I
DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	IV
PRESENTACIÓN .....	V
RESUMEN .....	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Realidad Problemática.....	3
1.2 Trabajos previos.....	4
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	12
1.3.1 Tratamiento de aguas residuales con aceites y grasas .....	12
1.3.2 Aguas residuales de lavado de autos.....	13
1.3.3 Tipos de lavado de auto.....	14
1.3.4 Otros contaminantes en aguas residuales de lavado de automóviles.....	15
1.3.5 Propiedades del grafeno.....	15
1.3.5.1 Propiedades térmicas .....	15
1.3.5.2 Propiedades mecánicas .....	15
1.3.5.3 Propiedades electrónicas.....	16
1.3.6 Métodos de obtención del Óxido de grafeno .....	16
1.3.7 Uso del óxido de grafeno y grafeno.....	17
1.3.8 Marco conceptual .....	17
1.4 Formulación del Problema .....	20
1.4.1 Problema General.....	20
1.4.2 Problemas específicos .....	20
1.5 Justificación del estudio .....	21
1.6 Hipótesis .....	21
1.6.1 Hipótesis General .....	21
1.6.2 Hipótesis Específicas .....	21

1.7 Objetivos .....	22
1.7.1 Objetivo General.....	22
1.7.2 Objetivo Especifico .....	22
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>22</b>
2.1 Diseño de Investigación.....	22
2.1.1 Nivel de Investigación .....	23
2.2 Variables, Operacionalización .....	23
2.3 Población y muestra.....	25
2.3.1 Población .....	25
2.3.2 Muestra.....	25
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	25
2.3.1 Técnicas .....	27
2.3.2 Instrumentos .....	28
2.4 Métodos de análisis de datos .....	29
2.4.1 Proceso de desarrollo metodológico.....	30
2.5 Aspectos éticos .....	37
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
3.1 Prueba de Normalidad.....	39
3.2 Prueba de T- Student.....	40
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>VII. REFERENCIAS .....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b>	Valores Máximos Admisibles para descargas a alcantarillado.....	20
<b>Tabla 2:</b>	Diseño experimental con respecto a la dosis de óxido de grafeno y el tiempo de remoción.....	23
<b>Tabla 3:</b>	Matriz de Operalización de variables.....	24
<b>Tabla 4:</b>	Técnicas e Instrumentos.....	26
<b>Tabla 5:</b>	Validación de instrumento.....	27
<b>Tabla 6:</b>	Resultados de análisis fisicoquímicos de forma In situ.....	38
<b>Tabla 7:</b>	Pruebas de normalidad Shapiro – Wilk.....	39
<b>Tabla 8:</b>	Prueba de muestras relacionadas.....	40
<b>Tabla 9:</b>	Remoción de aceites y grasas con diferentes dosificaciones y tiempos distintos.....	41
<b>Tabla 10:</b>	Medición de parámetros fisicoquímicos finales.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	Contaminantes presentes en aguas residuales de lavados de automoviles.....	15
<b>Figura 2:</b>	Estructura química de óxido de grafeno (Modelo de Lerf – Klinowski).....	18
<b>Figura 3:</b>	Medición de parámetros In situ.....	30
<b>Figura 4:</b>	Materiales empleados durante la elaboración del Óxido de grafeno.....	31
<b>Figura 5:</b>	Extracción de Grafito.....	31
<b>Figura 6:</b>	Obtención de grafito.....	31
<b>Figura 7:</b>	Agregado de grafito.....	32
<b>Figura 8:</b>	Homogenización de Grafito y H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	32
<b>Figura 9:</b>	Introducción de KMnO <sub>4</sub> .....	32
<b>Figura 10:</b>	Agitación constante de la mezcla.....	32
<b>Figura 11:</b>	Evaluación de la temperatura.....	33
<b>Figura 12:</b>	Añadimiento de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	33
<b>Figura 13:</b>	Producción de muestra de reducción.....	33
<b>Figura 14:</b>	Preparación de la solución 1:10 (HCl).....	34
<b>Figura 15:</b>	Obtención Final de Oxido de Grafeno.....	34
<b>Figura 16:</b>	Medición de agua residual.....	35
<b>Figura 17:</b>	Tratamiento con óxido.....	35
<b>Figura 18:</b>	Agua después del tratamiento.....	35
<b>Figura 19:</b>	Instrumentos para la determinación de aceites y grasas.....	36
<b>Figura 20:</b>	Homogenización de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	36
<b>Figura 21:</b>	Agitación de la muestra.....	36
<b>Figura 22:</b>	Separación de aceites y grasas.....	37
<b>Figura 23:</b>	Extracción de aceites y grasas.....	37
<b>Figura 24:</b>	Tiempo de remoción aceites y grasas después del tratamiento (20 minutos).....	42
<b>Figura 25:</b>	Tiempo de remoción aceites y grasas después del tratamiento (30 minutos).....	43

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación cuyo título es “Remoción de aceites y grasas mediante oxido de grafeno artesanal en el centro de lavado Splash San Miguel – Lima, 2018” tiene como objetivo general determinar el efecto del óxido de grafeno en la remoción de aceites y grasas a una dosis mayor de 10 gramos y a un tiempo mayor a 10 minutos para el reciclaje de aguas residuales en dicho centro de lavado de autos, así mismo optimizar el tratamiento de las aguas residuales con aceites y grasas, mediante un segundo tratamiento químico el cual consistió en la aplicación dosificada de Oxido de grafeno que ayudó a la remoción de aceites y grasas permitiendo la maximización del agua además de convertir a esta empresa en eco sostenible por proteger el recurso hídrico. El proceso de obtención del óxido de grafeno se basó en el método de Hummers mejorado, el cual consistió en la oxidación y exfoliación del grafito mediante la reacción del ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), permanganato de potasio ( $KMnO_4$ ), peróxido de hidrogeno ( $H_2O_2$ ) y ácido clorhídrico (HCL). Los datos obtenidos durante el tratamiento fue mediante la prueba de jarras a diferentes dosificaciones (5,10 y 15 gramos) y en diferentes periodos de tiempo (20 y 30 minutos respectivamente) fueron favorables puesto que los parámetros fisicoquímicos tuvieron una variación, por otro lado la remoción de aceites y grasas se determinó cuantitativamente mediante el método gravimétrico sin precipitación química, en donde se estableció que la dosis más adecuada fue de 15 gr/l y el tiempo de tratamiento de 30 minutos, como resultado se obtuvo una remoción de 24.68 mg/l siendo muy eficiente ya que fue más del 50% de aceites y grasas.

En conclusión se determinó que el óxido de grafeno posee un efecto muy importante en la remoción de aceites grasas y otros materiales suspendidos en el agua residual del centro de lavado de auto dado por su característica hidrofílica.

**PALABRAS CLAVES:** Oxido de grafeno, aceites y grasas, agua residual

## ABSTRACT

The present research work whose title is "Removal of oils and fats by artisanal graphene oxide in the San Miguel Splash washing center - Lima, 2018" has as its general objective to determine the effect of graphene oxide in the removal of oils and fats at a dose greater than 10 grams and a time greater than 10 minutes for the recycling of wastewater in said car wash center, likewise optimize the treatment of wastewater with oils and fats, through a second chemical treatment which consisted of in the dosed application of Graphene Oxide that helped the removal of oils and fats allowing the maximization of water as well as converting this company into a sustainable eco to protect the water resource. The process of obtaining graphene oxide was based on the improved Hummers method, which consisted of the oxidation and exfoliation of graphite by the reaction of sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ), potassium permanganate ( $KMnO_4$ ), hydrogen peroxide ( $H_2O_2$ ) and hydrochloric acid (HCL). The data obtained during the treatment was by testing jars at different dosages (5.10 and 15 grams) and in different time periods (20 and 30 minutes respectively) were favorable since the physicochemical parameters had a variation, on the other hand the removal of oils and fats was determined quantitatively by the gravimetric method without chemical precipitation, where it was established that the most appropriate dose was 15 gr / l and the treatment time of 30 minutes, as a result a removal of 24.68 mg / was obtained. l being very efficient since it was more than 50% of oils and fats.

In conclusion, it was determined that graphene oxide has a very important effect in the removal of fatty oils and other suspended materials in the waste water of the car wash center given its hydrophilic characteristic.

**KEYWORDS:** Graphene oxide, oils and fats, residual water

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad Problemática**

Actualmente en el Perú y el mundo los cuerpos de aguas están siendo muy contaminadas es por ello que es un tema muy relevante, ya que se produce un desequilibrio por la adición de cualquier sustancia en el medio ambiente, generadas por las actividades diarias o por actividades específicas, estas actividades se dan por el uso inadecuado del agua que son generados principalmente por la agricultura y la industrialización las cuales producen alteración física, química y microbiológica, es por ello que actualmente existen métodos para el tratamiento de estas aguas que realizan las Plantas de tratamientos de Aguas Residuales (PTAR).

Los problemas que se observan en el centro de lavado automovilístico “Splash” el cual está ubicado en la Victoria causa diversas dificultades originados por el almacén y drenaje directo de aguas residuales hacia el sistema de alcantarillado, tales problema son la generación de malos olores, concentración de aceites y grasas en las fosas sépticas de la empresas, además del déficit del tratamiento de las aguas residuales dado que la densidad de aceites y grasas son mayores. Otros problemas relacionados con la generación de aguas residuales de este centro de lavado son la disminución de las reservas de agua dulce, el déficit del uso del agua para diversas actividades, riesgos en la salud y la desaparición del valor estético.

Por otro lado en el Perú existen métodos para la descontaminación de aguas residuales tales como la aplicación de nano burbujas, nano partículas, empleo de membranas filtrantes, flotación por aire disuelto y evaporación al vacío que específicamente se realizan para la eliminación, reducción y remoción de aceites y grasas, de la misma forma existe la aplicación de óxido de grafeno que es un tratamiento opcional muy eficiente debido a sus propiedades que ayudan a la eliminación de metales pesados como cobre, plomo y sobre todo aceites y grasas.

Por otro lado el reciclaje de aguas residuales es muy importante ya que ayuda a la reducción de masas de aguas aplicando diferentes procesos para su tratamiento es por ello que TORRES Y TAVERA (2015) señalan que:

[El proceso de una planta de tratamiento consiste en] El paso del agua originado de la actividad de lavado de vehículos que es agrupada y después trasladada a las trampas de grasas, posteriormente al desarenador y por ultimo almacenadas en un tanque que es llevada a la planta de tratamiento, en donde se aplican los procesos de mezcla de floculación, sedimentación y filtración para ser reusadas nuevamente (p.18).

Para el desarrollo de este proyecto se detectó un centro de lavado automovilístico que presente características o condiciones que alteren la calidad del medio ambiente y el bienestar de las personas, estas condiciones son:

- La empresa desee mejorar el proceso de tratamiento de las aguas residuales, así mismo de mejorar la calidad del medio ambiente.
- Zona que presente un mal manejo del suministro del agua.
- Sector que presente una empresa de lavado automovilístico la cual tenga un déficit en el tratamiento de aguas residuales (consumo de grandes volúmenes de aguas).

En tal sentido se seleccionó el centro de lavado automovilístico Splash ubicada en el distrito de San Miguel a la altura de la Avenida la Marina 2185, ya que según los valores máximos admisibles (VMA) indica que para el parámetro aceites y grasas la concentración debe ser menor a 100 mg/l, sin embargo la concentración actual en el centro de lavado es de 150.3 mg/l encontrándose un gran problema por sobrepasar los valores establecidos según el D.S N° 001-2015-Vivienda.

Este centro de lavado automovilístico cuenta con un almacén de aguas residuales producidas por la actividad del lavado de autos, la cual tiene una capacidad de 200 m<sup>2</sup> además una trampa de grasa la cual consiste en la separación de aceites y grasas y separación por efecto de la gravedad, durante este proceso se debe tener en cuenta los residuos que se generan, así como el volumen y su peligrosidad entre ellos está el aceite y grasas y sólidos suspendidos totales que se encuentra en las aguas residuales.

## **1.2 Trabajos previos**

Según RIVERA (2017) en su trabajo de investigación titulado “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”, cuyo objetivo fue determinar la remoción de contaminantes presentes en el agua residual de lavado de autos, mediante el empleo de Moringa Oleífera y carbón activado. Para ello se tomó muestras representativas de agua, realizando así las mediciones como pH, turbidez, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno y aceites y grasas, para esta investigación se empleó la prueba de jarra para la dosificación adecuada, obteniendo como resultado que la dosis adecuada con un 95% de reducción es de 140

mg/l con un velocidad de 120 RPM en 10 minutos, por otro lado empleando el método del carbón activado se obtuvo una eficiencia de reducción del 98 % en turbidez con 2,5 NTU, 97 % de sólidos suspendidos totales, 98% de demanda bioquímica de oxígeno y una disminución de 99% de aceites y grasas. En conclusión se determinó que la Moringa Oleífera es un coagulante muy eficiente en la descontaminación de aguas residuales de lavado de autos, además de ser amigable con el medio ambiente, por otro lado también se determinó que el carbón activado es muy eficaz en la descontaminación de materiales orgánicos presentes en las aguas residuales.

Según MEDINA (2016) en su investigación denominada “Membranas de grafeno y Oxido de Grafeno para tratamiento de aguas”, del original en inglés “Graphene and graphene oxide membranes for water treatment” cuyo objetivo fue determinar la aplicación de membranas de grafeno y oxido de grafeno para tratamiento de agua como alternativa efectivas para la reducción de contaminantes presentes en el agua. Para la elaboración del óxido de grafeno, se oxidó el grafito y posteriormente la exfoliación, esto se realizó mediante un procedimiento químico denominado Método de Hummers el cual consistía en reaccionar el ácido sulfúrico, nitrato de sodio y el permanganato de potasio, por otro lado el proyecto se centró en tres áreas claves para la fabricación de membranas, la oxidación del grafeno, su evaluación y características, ya que se encontró que las membranas fueron tanto permeables al agua y bastante duradero. En conclusión la elaboración de las membranas de grafeno y dióxido de grafeno son muy eficaces en la eliminación de metales como Pb, Cu, Cd, As, Zn y Cr además que actúan como adsorbente incluso mejor que el carbón activado.

Según FAKHRI (2017) en su investigación llamada “Características de Adsorción de Oxido de Grafeno como un Adsorbente sólido para la eliminación de Anilina a partir de soluciones acuosas: cinética, termodinámica y estudios de mecanismos “, del original en inglés “Adsorption characteristics of graphene oxide as a solid adsorbent for aniline removal from aqueous solutions: Kinetics, thermodynamics and mechanism studies” cuyo objetivo fue investigar el óxido de grafeno como una alternativa para la eliminación de anilina a través de una solución acuosa, su pH,

dosis adsorbentes, tiempo de contacto y temperatura. Los datos analizados fueron obtenidos mediante el modelo de Harkins-Jura Langmuir, Freundlich y Temkin para la descripción de las isothermas de equilibrio, de la misma manera los datos se ajustaron al modelo cinético pseudo de segundo orden que anuncio la eliminación de anilina. En conclusión se demostró que el óxido de grafeno podría ser empleado como material adsorbente en adsorción de la anilina en una solución acuosa.

Para LOVE, MADHABENDRA Y PARTHA (2017) indican en su investigación denominada “Algodón con revestimiento de óxido de grafeno reducido como adsorbente eficiente en la separación aceite - agua”, del original en inglés “Reduced graphene oxide –coated cotton as an efficient absorbent in oil-water separation” cuyo objetivo fue describir la fabricación de la reducción de grafeno superhidrofóbica y superoleofílica recubierta con óxido de grafeno. El método empleado fue hidrotermal para la separación de aceites y grasas además los datos recolectados fueron a través del (FESEM) el cual indica una estructura compuesta por un revestimiento de óxido de grafeno reducido sobre fibras de algodón, los resultados fueron la eliminación de 30-40 gramos de aceites partir de la aplicación de 1 gramo de óxido de grafeno además se demostró una retención de 35-50 %. En conclusión se demostró que el algodón con óxido de grafeno es un adsorbente eficaz de aceites

Según MAGNASO, BERSELLI Y MEDEIROS (2018) en su trabajo de investigación titulado “Tratamiento de aguas residuales del lavado de autos mediante Fenton y procesos foto-oxidantes de Fenton“, del original en inglés “Treatment of wastewater from car wash by Fenton and photo-Fenton oxidative processes” cuyo objetivo fue investigar tecnologías relacionadas con el Fenton y los procesos oxidativos de photo-Fenton en el tratamiento de aguas residuales de centro de lavados automovilístico. Para la determinación de resultado se tuvieron que tomar muestras de un centro de lavado de autos, además se trabajó con un fluido continuo y se realizaron comparaciones entre ambos métodos. La eficiencia de tratamiento fue determinado por el color, la turbidez demanda química de oxígeno y aceites y grasas. En conclusión el tratamiento photo Fenton reduce 93 % de DQO mientras que el tratamiento de Fenton un 83%.



Para CHUANTAO, PENG Y AJI (2017) señalan en su investigación titulada “Nanofibras de celulosa TEMPO autoensambladas: biohíbridos basados en óxido de grafeno para la purificación del agua”, del original en inglés “Self-Assembled TEMPO Cellulose Nanofibers: Graphene Oxide – Based Biohybrids for water purification” cuyo objetivo fue determinar nuevas membranas de limpieza para agua residuales por su capacidad de adsorción y robustez mecánica, para la elaboración de las hojas de grafeno y nanofibras de celulosa oxidada se realizó mediante la filtración al vacío para obtener adsorbente y membranas auto ensamblado para la purificación del agua, asimismo se reveló la presencia de estructuras de redes de TOCNF, GO y nanoGo que eran biohíbridas con un enlace de hidrógeno intermolecular estable entre grupos carboxílico e hidroxilo. En conclusión las estructuras TOCNF y nanoGo presentaron mejor capacidad para la creación de membranas nuevas con características sinérgicas por su alta capacidad de adsorción.

Según DIVYA, ARUN y VISHNU (2017) informan en su investigación titulada "Sistema de purificación de agua basada en Iot que usa grafeno", del original en inglés "Iot based water purification System using Graphene" cuyo objetivo fue demostrar la utilidad de los instrumentos nano para la purificación de agua, el método empleado para la oxidación del grafeno fue Hummers el cual consiste en oxidar el grafito para intercalar la capa de carbono con moléculas de oxígeno después se redujo nuevamente para la separación de la capa de carbono completamente de grafeno, durante la experimentación en laboratorio se obtuvieron resultados a partir de dos tipos de aguas empleando membranas de nanofiltros, en la primera muestra de agua con tierra se determinó que a menor dureza en el agua mejor resultados de purificación dado que se redujo un 70% de sal, así mismo la segunda muestra con jabón disminuyó la cantidad de turbidez y redujo la dureza del agua. En conclusión la eficiencia de la membrana de grafeno nano poroso emplea energía inferior para la obtención de agua potable, además empleando el sistema IOT permitió la identificación de la eficiencia de los parámetros de la purificación del agua.

Según, LIU (2017) describen en su investigación titulado “Aplicación de óxido de grafeno en el tratamiento del agua”, del origen en inglés “Application of graphene oxide in water treatment” cuyo objetivo fue revisar los métodos de preparación de membrana de óxido de grafeno, recubrimiento por centrifugado, por inmersión y el método capa por capa, además de su aplicación. El método empleado de preparación de la membrana de óxido de grafeno fue la filtración al vacío de aspiración y recubrimiento por centrifugado, pulverización, inmersión y el método capa por capa que son menos costosas, operación simple y el grosor de la membrana es uniforme, dentro de la fabricación de la membrana del óxido de grafeno se encuentran la membrana de óxido de grafeno modificado e híbrido. En conclusión se discutieron la aplicación y progreso de la membrana de grafeno en los sistemas de tratamiento de aguas así como su forma de elaboración y su rendimiento de separación.

Según MANILAL, HARINARAYANAN Y SO LOMAN (2017) informan en su investigación titulada “Eliminación de aceites y grasas de aguas residuales de garajes de automóviles mediante electrocoagulación”, del original en inglés “Removal of oil and grease from automobile garage wastewater using electrocoagulation” cuyo objetivo fue evaluar la eficiencia del método de electrocoagulación para la eliminación de aceites y grasas de las aguas residuales en la India. Se esquematizó un reactor discontinuo en donde el aluminio y el hierro fueron tomados como material ánodo y al acero inoxidable como cátodo. Los resultados obtenidos del reactor con el aluminio como ánodo fue idóneo en un 90.8% en aceites y grasas puesto que la densidad fue de 0.6 A/dm<sup>2</sup> en solo 15 minutos, además que la energía consumida es menor con el aluminio como ánodo. En conclusión los resultados obtenidos fueron favorables ya que se demostró que el aluminio es superior al hierro al momento de eliminar aceites y grasas de las aguas residuales.

Según THEBO *et al* (2018) informan en su trabajo titulado “Membranas altamente estables basados en óxido de grafeno con una permeabilidad superior”, del original en inglés “Highly stable graphene-oxide-based membranes with superior permeability” cuyo objetivo fue demostrar y elaborar membranas de óxido de grafeno con una estabilidad alta, con una permeabilidad superior y con una alta eficiencia de separación a través del empleo del grafeno. El método utilizado para la

síntesis de las hojas de óxido de grafeno fue Hummers el cual consiste en la aplicación de permanganato de potasio, ácido sulfúrico concentrado y nitrato de sodio después con una temperatura mínima de 20 °C aproximadamente 90 minutos y luego a 35 °C durante 2 horas. Los resultados obtenidos fueron una permeabilidad de 10,000 Lm-h-1bar, que es 10 a 1000 veces mejor que las membranas comerciales. En conclusión estas membranas muestran una eficiencia alta en la separación de tintes siendo muy estables para diversas soluciones acuosas y sin ningún daño durante meses.

Según LAU *et al.* (2017) informan en su investigación titulada “Preparación y caracterización de membranas de ultrafiltración de nanocompuestos superhidrofílicos para el tratamiento de emulsiones altamente concentradas en agua”, del original en inglés “Preparation and characterization of superhydrophilic nanocomposite ultrafiltration membranes for treatment of highly concentrated oil-in-water emulsion” cuyo objetivo fue demostrar que las membranas de nanocompuestos a partir de la integración de dióxido de titanio y óxido de manganeso hidratado son eficientes para los tratamientos de aguas residuales aceitosas. Durante el proceso de elaboración se obtuvieron tres membranas las cuales fueron con incorporación de dióxido de titanio, óxido de manganeso hidratado y PES (Filtro de membrana polietersulfona) vírgenes, los resultados adquiridos fueron 57 y 40 L/m<sup>2</sup> H en el flujo de agua pura, es decir 33-90% mayor al PES, además se obtuvo que con una concentración oleosa de 5.000 o 10.000 las membranas con dióxido de titanio y el óxido de manganeso hidrato presentaron una eliminación de aceites de 94,5 a 99,6%.

En conclusión se demostró la eficiencia de la incorporación de otros componentes a las membranas de nano para la aplicación de aguas residuales aceitosas y otras industrias.

Según VASQUES y BENEDINI (2017) en su investigación titulada “Eficiencia de los sorbentes a base de bagazo de caña de azúcar para la eliminación de aceites de aguas residuales de lavados de motores”, del original en inglés “Efficiency of sugarcane bagasse-based sorbents for oil removal from engine washing wastewater” cuyo objetivo fue evaluar la eficiencia del bagazo de la caña de azúcar en la absorción de aceite de motor de lavado de aguas residuales. Los resultados

obtenidos durante la investigación demostraron la absorción del bagazo en la disminución de SB-APTS, SB-N, SB-Acet, además se demostró que SB-APTS presento mejor condiciones en la absorción de contaminantes. En conclusión el bagazo fue capaz de eliminar compuestos orgánicos de una muestra real de agua residual de un centro de lavado de motor además de que elimina material suspendido, sedimentos, surfactantes aniónicos y la turbidez.

Según BANCHON, CASTILLO Y POSLIGUA (2017) indican en su tema de investigación titulada “Interacciones químicas para la limpieza de aguas residuales de estaciones de servicio de automóviles altamente contaminadas por bioadsorción-coagulación-floculación”, del original en inglés “Chemical interactions to cleanup highly polluted automobile service station wastewater by bioadsorption-coagulation-flocculation” cuyo objetivo fue determinar la eficiencia mediante la interacción química del empleo de aserrín de pino, bagazo de caña de azúcar, la fibras del coco, para la eliminación de sustancias oleosas, metales pesados y otros contaminantes presentes, durante el proceso se agregaron cloruro de polialuminio, cloruro férrico poliacrilamida. Los resultados obtenidos durante la coagulación y floculación fue de 97.8% de eliminación de metales pesados con una concentración de 1.5% de cloruro de sodio, además de la eliminación del DBO, DQO y surfactantes. En conclusión la eliminación de contaminantes presentes en el agua fue de niveles altos, sin el empleo de muchas cantidades de reactivos químicos.

Según ZENG et al. (2017) indican en su investigación dominada “Nanocristales de TiO<sub>2</sub> altamente dispersos y nanobarras WO<sub>3</sub> sobre oxido de grafeno reducido: sistema de fotocatalisis en esquema Z para el sistema de fotocatalisis para la desinfección acelerada del agua fotocatalitica”, del original en inglés “Highly dispersed TiO<sub>2</sub> nanocrystals and WO<sub>3</sub> nanorods on reduced graphene oxide: Z-scheme photocatalysis system for accelerated photocatalysis system for accelerated photocatalytic water disinfection” cuyo objetivo fue informar y diseñar un fotocatalizador mediante la inclusión de grafeno, nanocristales ultra disperso (TiO<sub>2</sub>) y nanorods (WO<sub>3</sub>) para aplicaciones ambientales. Los resultados obtenidos durante la investigación fueron que los nanocompuestos de TiO<sub>2</sub> / WO<sub>3</sub> aumentan la inactividad bacteriana bajo la presencia de luz solar simulada, además que las

características electroquímicas aumentan las reacciones de reducción del O<sub>2</sub> durante el proceso fotocatalítico. En conclusión los nanocompuestos con nanocristales y nanorods se sintetizaron mediante la reacción hidrolisis – hidrotermal fácil.

Según SWEETMAN et al. (2017) indican en su investigación titulado “Carbón activado, nanotubos de carbono y grafeno: materiales y compuestos para la purificación avanzada de agua”, del original en inglés “Activated Carbon, Carbon nanotubes and Graphene: Materials and composites for Advanced water Purification” cuyo objetivo fue informar sobre la eficiencia y el rendimiento de los métodos e instrumentos para el tratamiento de agua residuales adema de sus propiedades y características. En conclusión el trabajo de investigación explico de manera detallada las características, métodos, propiedades, estructura del grafeno y de diversos tratamientos relacionados con carbono.

Según TABISH *et al.* (2018) señalan en su investigación titulada “Una síntesis fácil de grafeno poroso para el tratamiento eficiente de agua y de las aguas residuales”, del original en inglés “A facile synthesis of porous graphene for efficient water and wastewater treatment” cuyo objetivo fue determinar la efectividad de un nuevo método fácil y barato a través de la oxidación de grafeno reducido mediante un tratamiento térmico sin aditamento de ningún catalizador, para luego realizar una comparación con el método convencional, esto da como resultado una mejora en la hidrofobidad, capacidad de absorción y reciclabilidad siendo idóneo para tratamiento de aguas. En conclusión el grafeno es un material que puede obtenerse de manera barata y más sencilla, en adición se demostró que es efectiva en la adsorción de aceites y solventes orgánicos

Según MAHDI et al. (2017) Indican en su tema de investigación titulado “Oxido de grafeno: un nuevo material bidimensional en la separación de membranas para la purificación del agua”, del original en inglés “Graphene Oxide: A novel 2-Dimensional Material in Membrane Separation for water Purification” cuyo objetivo fue informar sobre el uso en los últimos años de la aplicación de membranas para la eliminación de material de agua. Por otro lado la estructura de las

membranas de óxido del grafeno es grueso mayor a 10nm, además las membranas han mostrado una eficiencia en la purificación del agua.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Tratamiento de aguas residuales con aceites y grasas**

##### **Trampa de grasas**

Según los especialistas del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial definen la trampa de grasa como, el tratamiento de separación y recolección de aceites y grasas evitando que ingresen a la red de alcantarillado. Se sabe que las trampas de grasas disminuyen el flujo del agua generados de las rejillas o desarenadores, para dejar que las grasas y el agua tengan tiempo para enfriarse. Durante este enfriamiento las grasas se aglutinan y flotan sobre la superficie, por otro lado los más pesados se sedimentan en el fondo de la trampa, haciendo que los otros residuos del agua pasen sin ningún problema hacia el alcantarillado (Sf, p.20).

Para ARELLANO Y SANCHEZ (2017) indican que es un dispositivo elaborado de metal, plástico o concreto empleado en diferentes [...] industrias, tiene como fin principal remover aceites, grasas y diferentes residuos orgánicos presentes en el agua antes que sean vertidos al sistema de alcantarillado, puesto que, al enfriarse las grasas y aceites cambian sus viscosidad. Por otro lado está ubicado de manera minuciosa, dentro de este dispositivo los aceites y grasas son separados del agua y flotan en la superficie, generando así el impedimento de estas hacia las aguas residuales (p.20).

##### **Ozono**

Según los especialistas de la Organización Mundial de la Salud (2006) señalan que el ozono es un oxidante potente que es empleado para diferentes usos en el tratamiento del agua, como la oxidación de sustancias orgánicas y puede ser aplicada como desinfectante primario. El fin de la ozonización es determinar la concentración tras un tiempo de contacto definido. El ozono reacciona con las sustancias orgánicas naturales e incrementa su biodegradabilidad, por otro lado para la proliferación de bacterias el ozono se complementa con un tratamiento posterior como el carbón activo granular y la filtración, para la anulación de material orgánico biodegradable se implementa con concentración de cloro ya que el ozono no produce una desinfección residual (p.160)

## **Carbón Activado**

RIVERA (2017) orienta que el carbón activado es una composición covalente, es decir que tiende a ser no iónicas y menos polares, como compuestos orgánicos. Por consiguiente se le valora como adsorbente universal de moléculas orgánicas. Además se le considera al carbón activo como poroso debido a que se produce artificialmente, contando con características con alto índice de porosidad, alta superficie interna y por su naturaleza química de los átomos de carbono que le dan la capacidad de atrapar moléculas del fluido que la rodea. De la misma forma la capacidad de absorción del carbón activado, puede ser afectada con la cantidad de sustancias orgánicas presentes, las cuales deben ser quemadas para ser reactivado. Frecuentemente el carbón activado granular es empleado para la eliminación de olor y sabor (p.47).

CRUZ Y SIERRA (2016) determinan que el carbón activado es una sustancia de origen vegetal con gran capacidad de absorción, por la presencia de poros, además de ser muy efectiva para el filtrado de agua, existe dos tipos de carbón activo, el granular y en polvo, por adsorción muchas partículas se adhieren a la superficie granular del carbón removiendo así contaminantes presentes (p.84).

## **Proceso de Fenton**

Según RUBIA, CHICA Y PEÑUELA (2014) indican que utilizando los procesos Fenton se puede conseguir una degradación parcial o total de contaminantes inorgánicos y orgánicos resistentes, dando lugar a una atenuación de la toxicidad del efluente (p.3).

Además RODRÍGUEZ (2012) sostiene en su investigación que:

Dentro de los métodos que existen actualmente sobre tratamiento de oxidación avanzada sobresale el proceso del Fenton por su alta efectividad, el cual fue detallado a finales del siglo XIX por H.J.H. quien demostró que las soluciones H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y sales ferrosas eran idóneos para oxidar ácidos tartáricos y málicos además de otros compuestos orgánicos (p.55).

### **1.3.2 Aguas residuales de lavado de autos**

Según especialistas del MinAqua (2016) informan que los principales efluentes producidos en estas instalaciones de lavado de autos es el agua sucia con aceites y

grasas y detergentes. Dependiendo de la cantidad de agua que se haya consumido, se genera dimensiones similares de efluentes. Puede haber disminución en la generación de aguas residuales debido por la evaporación y arrastre por parte de los autos lavados, esta pérdida puede ser de 10 L en coches y 30 camiones (p.12).

### **1.3.3 Tipos de lavado de auto**

#### **Lavado Manual**

El lavado box está comprendido por un compresor y una pistola de lavado para el lavado y enjuague del agua. La cantidad de lavado aproximado de 7 coches por hora por pista, con un tiempo estimado de 2,5 minutos con agua caliente, 1,5 minutos para el enjuague con agua de pozo o red y 1,5 minutos para el enjuague final con agua desmineralizada. Por otro lado el caudal de las bombas deben ser 11 minutos aproximadamente.

#### **Lavado mecánico**

Dentro del lavado mecánico se derivan en:

##### **Puente de lavado**

El lavado mecánico realizado por el puente de lavado está constituido por rodillos y boquillas de agua a presión con movimiento hacia adelante y hacia atrás del automóvil. La cantidad de autos lavados aproximadamente por hora son 10 y consume aproximadamente 100 L en la fase de lavado con detergente, con agua de red o pozo, además en la fase final si se enjuaga con agua desmineralizada hay que tener en cuenta que para generar 25 L de agua en las membranas de osmosis hay que verter al desagüe 25 L de agua más de rechazo (MinAqua, 2016, p.11).

##### **Túnel**

El lavado realizado en el túnel inicia cuando el coche es transportado automáticamente en donde están los rodillos de cepillos y boquillas de agua a presión, la cantidad de coches por hora depende del modelo de maquina puede variar desde 20 hasta 100 coches por hora. Por otro lado la cantidad de agua empleada depende de la variabilidad de configuraciones como altas presiones, lavados de bajos, etc (MinAqua, 2016, p.11).



### 1.3.4 Otros contaminantes en aguas residuales de lavado de automóviles

Parámetros	Resultados en mg / L									
	Car-wash Stubbe, Mol <sup>1</sup>	Best car-wash, Tienen <sup>4</sup>	Hasselt Car-wash, Hasselt <sup>4</sup>	Texaco Car-wash, Gent <sup>4</sup>	Phoenix sites <sup>2</sup>	Florida sites <sup>2</sup>	Boston sites <sup>2</sup>	Federal Way <sup>3</sup>	MinAqua Catalunya <sup>4</sup>	MinAqua País Base <sup>4</sup>
Antimonio	-	-	-	-	0,018	ild	ild	-	0,12	<0,05
Arsénico	ild	ild	ild	ild	0,007	ild	ild	ild	< 0,05	<0,05
Berilio	-	-	-	-	ild	ild	ild	-	-	-
Cadmio	ild	ild	0,002	ild	0,005	ild	ild	ild	<0,02	<0,02
Cromo	0,039	ild	0,037	0004	ild	ild	0,0688	0,027	-	-
Cobre	0,450	0,043	0,657	0,127	0,119	0,235	0,1927	0,168	0,33	0,11
Hierro	-	-	-	-	-	-	-	-	8,54	0,63
Mercurio	ild	ild	ild	ild	ild	ild	ild	-	<0,1	<0,10
Níquel	ild	ild	0,010	ild	ild	0,03	0,0303	0,025	<0,02	<0,02
Selenio	-	-	-	-	ild	ild	ild	-	<0,02	<0,05
Plata	ild	ild	ild	ild	ild	ild	ild	-	-	-
Plomo	0,057	ild	0,113	0,006	0,016	ild	0,061	ild	0,02	<0,02
Talio					ild	ild	ild	0,206	0,71	<0,02
Zinc	0,710	0,123	0,807	0,304	0,31	0,308	0,6772	0,206	0,71	0,10
Estaño	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	<0,02
Telurio	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,02	<0,02
Caudal (m <sup>3</sup> /día)	-	16,7	55,8	-	-	-	-	-	10	25

Figura 1. Contaminantes presentes en aguas residuales de lavados de automoviles

### 1.3.5 Propiedades del grafeno

#### 1.3.5.1 Propiedades térmicas

Según los especialistas de GRAPHENANO (2017) recalcan que la conductividad térmica del grafeno es de 5,000 W/mk, siendo más alta que del cobre, la plata y el diamante lo que permite el soporte de corrientes eléctricas sin calentarse y el disipe del calor. De igual importancia su conductividad eléctrica es de 0,96-108 ( $\Omega$ -m1) (p.6).

#### 1.3.5.2 Propiedades mecánicas

Para RODRÍGUEZ (2016) indica que las propiedades mecánicas del grafeno están representadas por la elasticidad ya que muestra deficiencias en su red al alongarse de forma reversible hasta un 10% de su tamaño frecuente. El módulo de elasticidad del grafeno es de 0.5 TPa, lo que indica que es más eficiente que el acero, silicio y menor que el del diamante, por lo tanto se puede decir que tiene una gran resistencia a la rotura sin deformarse (p. 11).

### **1.3.5.3 Propiedades electrónicas**

Según GOMEZ (2013) señala que las propiedades electrónicas del grafeno consisten en la hibridación  $sp^2$ , puesto que tres electrones de carbono se emplean para el amarre covalente en el plano de la red hexagonal, el cual brinda la solidez de la estructura reticular. Por otro parte el encargado de las propiedades electrónicas es el electrón ligado en el enlace  $\pi$  (p.23).

### **1.3.6 Métodos de obtención del Óxido de grafeno**

#### **Método de Hummers**

Para FERNANDEZ (2013) este método consiste en oxidar grafito mediante la aplicación de permanganato de potasio, nitrato de sodio y ácido sulfúrico concentrado como agentes intercaladores, generándose la oxidación facilitada por el ácido. Después de un proceso de purificación se dispersa el óxido de grafito en agua a través de ultrasonidos logrando así una suspensión coloidal de óxido del grafeno (p.53).

Por otro lado SOTO et al. (2003) Indican que el método consiste en primer lugar en la oxidación del grafito para romper las fuerzas intermoleculares es decir las fuerzas de Van der Waals) a través de la unión de grupos funcionales (hidroxilos, éteres y epóxidos) en los dominios aromáticos. Además durante este proceso se recobran la conductividad eléctrica por la reducción (p.4).

#### **Método modificado de Hummers asistido por microondas**

JUAREZ (2013) indica que es el agregado de 0.5 gramos de ánodo de batería Li-ion, 10 mililitros de  $H_2SO_4/H_3PO_4$ , para el aumento de la temperatura, además se le agrega 3 gramos de  $KMnO_4$ , luego se transfirió hacia un reactor microondas a una potencia de 400W durante 5 minutos, después de 15 minutos más se le agrego 23 ml de agua destilada, en agitación constante, además se le agrego 68 ml de agua junto con 2.1 mililitro de  $H_2O_2$ . Por último se lavó 6 veces con 66 ml de agua y una vez con etanol 66ml y se dejó secar por aproximadamente 5 horas (p.10).

### **1.3.7 Uso del óxido de grafeno y grafeno**

Según BOSCH (2010) menciona que hay muchas aplicaciones relacionadas con el grafeno, es por ello que los subdivide en electrónica, visión y transporte (p.20).

#### **Electrónica**

En el campo de la electrónica existen los dispositivos que cuentan con pantallas con una dureza y una flexibilidad única, además de aguantar choques normales y ralladuras.

#### **Visión**

En la actualidad se están desarrollando lentes a base de óxido de grafeno y grafeno cuya característica definitiva sería la dureza.

#### **Transporte**

El empleo del óxido de grafeno en el transporte es muy cercano ya que se está elaborando coches eléctricos en donde están sustituyendo el silicio por el óxido de grafeno, originando así la eficiencia de la batería

Según RODRIGUEZ Y VASILIEVNA (2008) informan que existen diversas aplicaciones, una de ellas es el empleo de su capacidad de absorción para captar moléculas de la atmósfera esto es debido por ser grafeno bicapa, permitiendo el monitoreo de los gases presentes en la atmósfera. Por otro lado otra aplicación en la mezcla de polvo de grafeno adquiridos de cristalitas micrométricas no coagulados con plásticos produciendo así materiales conductores de electricidad de bajo costo y con más capacidad de energía eléctrica (p.6).

### **1.3.8 Marco conceptual**

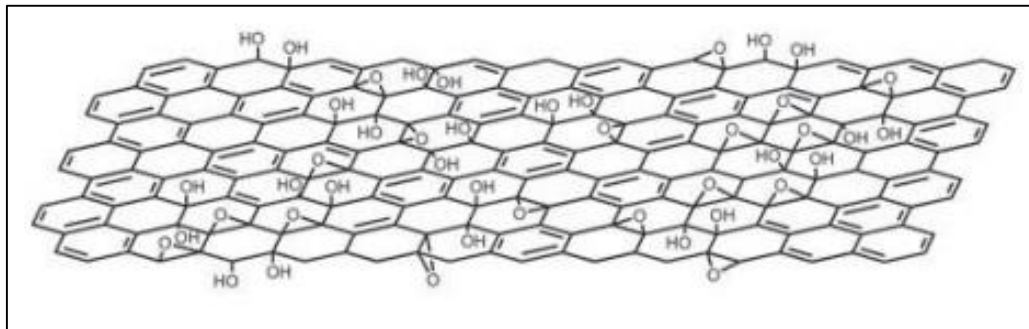
#### **Grafeno**

Según KUNGL. VETENSKAPS – AKADEMIEN (2010) indica que es una capa de carbono de forma hexagonal que está separado por una distancia de 0.142 nm también es conocido como el primer material cristalino en el campo de 2 dimensiones. La estructura electrónica del grafeno es muy diferente a comparación de los demás materiales tridimensionales comunes (p.3).

GROOTHUIS (2017) indica que el grafeno es una capa de grafito de forma hexagonal de forma alótropo bidimensional de carbono. Su naturaleza es pura hipotética, dado que a un nivel microscópico los materiales de dos dimensiones son distinguidos por ser termodinámicamente inestable.

### **Oxido de Grafeno**

Según VARGAS (2011) indica que el óxido de grafeno es una estructura de red semi-aromática de átomos de carbono con hibridación  $sp^2/sp^3$  en función con grupos oxigenados (p, 18).



*Figura 2:* Estructura química de óxido de grafeno (Modelo de Lerf – Klinowski).

Tomado de Vargas (2011).

Según los especialistas de Graphenemex indican que es una forma oxidada del grafeno, sintetizado mediante la oxidación y exfoliación del grafito, además comparte la misma estructura del grafeno, pero incluye un grupo oxigenado.

### **Aceites y Grasas**

Según el Decreto Supremo N°021-2009 Vivienda denomina a aceites y grasas como sustancias insolubles en agua y en líquido con densidades menores que esta misma y solubles en diferentes disolventes orgánicos como el éter, cloroformo, nafta y benceno, generando que permanezca en la superficie de las aguas residuales, originando la presencia de espumas o natas (p.2).

### **Contaminación de agua**

Según los especialistas del Ministerio del Ambiente definen como la acumulación de sustancias, también como el derrame de algún fluido que afecta a un sistema hídrico (río, mar, cuenca, etc.) modificando la calidad del agua (MINAM, 2016, p.18).

### **Aguas residuales**

Según los especialistas del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014) lo delimitan como aguas en las cuales sus características iniciales fueron alteradas por diversas actividades humanas y por tal su calidad necesita de un tratamiento anticipado, para anteriormente ser reusadas o vertidas hacia un cuerpo de agua o descargadas a un sistema de alcantarillado (p.6).

### **Agua Reciclada**

Se denomina agua reciclada a aquellas aguas de lavado que son nuevamente tratadas para volver a ser utilizada en la primera fase de lavados posteriores (Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, 2015, p. 4).

### **Potencial de Hidrogeno**

GONZALES (2011) indica que el pH es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia (p.2). Las cuales son de relación de 0 a 7 indican soluciones acidas y de 7 a 14 soluciones alcalinas.

### **Turbidez**

Según GONZALES (2011) indica que la turbidez es un cálculo del grado en el cual el agua pierde la translucidez generado por la existencia de partículas en suspensión, es decir valora la claridad del agua. Además de la medida de solidos como la arena, arcilla y otros materiales en suspensión en el agua. Es una relación en el cual, si el agua está más sucia esta presenta mayor turbidez (p.2).

### **Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica de una muestra de agua es el cálculo de la amplitud que posee la solución para transferir corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la concentración de iones, su valencia, movimiento y la temperatura del agua. Se debe tener en consideración que las sales minerales tienen mejor disposición a ser conductoras de corriente eléctrica, por otro lado las materias orgánicas y coloidales tienen poca conductividad eléctrica.

## Valores Máximos Admisibles

Según los especialistas del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento los valores máximos admisibles (VMA), como el valor de concentración de sustancias físicas o químicas que califican a un efluente que es descargado al sistema o red de alcantarillado sanitario (2009, p.1).

**Tabla 1:** *Valores Máximos Admisibles para descargas a alcantarillado*

PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/l	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	DQO	1000
Solidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/l	S.S.T	500
Aceites y Grasas( A y G)	mg/l	A y G	100

Fuente: D.S N<sup>0</sup> 001-2015-VIVIENDA

## 1.4 Formulación del Problema

### 1.4.1 Problema General

¿Cuál es el efecto del óxido de grafeno artesanal en la remoción de aceites y grasas a una dosis mayor de 10 gramos y a un tiempo mayor a 10 minutos para el reciclaje de aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico “Splash”, San Miguel - 2018?

### 1.4.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la dosis adecuada de óxido de grafeno artesanal que se debe emplear para la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash?
- ¿Cuál es la concentración removida de aceites y grasas mediante oxido de grafeno del agua residual del Centro de Lavado Automovilístico Splash?
- ¿En qué tiempo se produce la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash San Miguel?

## **1.5 Justificación del estudio**

El siguiente trabajo de investigación se basó en el problema que existe actualmente en el tratamiento de las aguas residuales con aceites y grasas en el centro de lavado automovilístico Splash, el cual realiza un tratamiento físico denominada trampas de grasas, para después desecharlos al alcantarillado generando así consecuencias como la disminución de oxígeno disuelto por la baja densidad del aceite, afectando la fotosíntesis que a su vez reduce la producción interna del oxígeno disuelto que aunque haya sido tratada ocasiona impactos negativos en los cuerpos de aguas, por otro lado este trabajo tiene como fin optimizar el tratamiento de las aguas residuales con aceites y grasas en el centro de lavado Splash ubicada en Avenida la Marina 2185 – Distrito de San Miguel, mediante un segundo tratamiento químico el cual consistirá en la aplicación dosificada de Oxido de grafeno que ayudará a la remoción de aceites y grasas permitiendo la maximización del agua además de convertirse en una empresa eco sostenible por proteger el recurso hídrico y económico. Por otro lado el reciclamiento de las aguas residuales proporcionara el ahorro de la no extracción de agua de pozo siendo la empresa beneficiada económicamente, asimismo la aplicación de este método ayudara a la realización de otras investigaciones futuras sobre el óxido de grafeno.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis General**

#### **Hipótesis Alternativa**

##### **H1:**

La aplicación del óxido de grafeno artesanal remueve aceites y grasas, a una dosis mayor de 10 gramos y a un tiempo mayor a 10 minutos para el reciclaje de aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash San Miguel – 2018.

### **1.6.2 Hipótesis Específicas**

- **H1:**

La dosis adecuada que debe ser empleada en la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash es mayor a 10 gramos.

- **H1:**  
La aplicación de óxido de grafeno reduce la concentración de aceites y grasas en el agua residual del Centro de Lavado Automovilístico Splash.
- **H1:**  
El tiempo de remoción de aceites y grasas en el agua residual del Centro de Lavado Automovilístico Splash es mayor a 10 minutos.

## 1.7 Objetivos

### 1.7.1 Objetivo General

Evaluar el efecto del óxido de grafeno artesanal en la remoción de aceites y grasas a una dosis mayor de 10 gramos y a un tiempo mayor a 10 minutos para el reciclaje de aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico “Splash”, San Miguel - 2018

### 1.7.2 Objetivo Especifico

- Determinar la dosis de óxido de grafeno que se debe emplear en la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash San Miguel.
- Determinar la concentración de aceites y grasas removidas mediante oxido de grafeno del agua residual del Centro de Lavado Automovilístico Splash.
- Determinar el tiempo de remoción de aceites y grasas mediante oxido de grafeno de las aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash San Miguel.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de Investigación

El diseño de investigación a trabajar es experimental como lo indica SERRANO *et al* (2014):

La investigación experimental consiste en la manipulación de una o más variables de estudio, el investigador controla el ascenso o descenso de las variables y su efecto en las conductas observadas. Es decir un experimento se realiza con el fin de hacer un cambio en el valor de una variable y observar el efecto en otra variable (p.6).

Por lo expuesto de puede deducir que la metodología experimental maneja los efectos, modifica la variable independiente y se observa los cambios en la variable dependiente y se orienta hacia el futuro.



Además se relaciona la dosis de óxido de grafeno y el tiempo de remoción de aceites y grasas.

R0 → E0

R1 → Ox → E1

Ox: Oxido de Grafeno

E1: Remoción de Aceites y Grasas

**Tabla 2:** *Diseño experimental con respecto a la dosis de óxido de grafeno y el tiempo de remoción*

DOSIS	TIEMPO 1	TIEMPO 2
	20 MINUTOS	30 MINUTOS
D1 5 gr/l	D1 X T1	D1 X T2
D2 10 gr/l	D2 X T1	D2 X T2
D3 15gr/l	D3 X T1	D3 X T2

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.1 Nivel de Investigación

El presente trabajo de investigación por sus características es de tipo aplicativo puesto que superpone los conocimientos básicos a la práctica en mucho de los casos, para el beneficio de la sociedad, porque trata de resolver problemas conocidos y encontrar respuestas a preguntas determinadas es decir la corrección practica de problemas.

Por tal motivo VARGAS (como se citó en Murillo, 2008, p.159) señala que:

La investigación aplicada es también llamada investigación empírica o práctica, dado que presenta características para la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, que a su vez se adquiere otros tipos de conocimientos que se implementan y se sistematizan a la práctica basada al tipo de investigación. Por otro lado los resultados obtenidos mediante el uso del conocimiento dan como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática para conocer la realidad (2009, p.56).

## 2.2 Variables, Operacionalización

**Variable 01:** Remoción de Aceites y Grasas

**Variable 02:** Aplicación de Oxido de Grafeno

**Tabla 3: Matriz de Operalización de variables**

Variable 01	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades de medida
Remoción Aceites y Grasas	TOAPANTA (sf) indica que las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos procedentes de animal o vegetal por ejemplo los hidrocarburos del petróleo (p.1). VIDALES, LEOS y CAMPOS (2010) definen a las grasas como compuestos orgánicos que son generados inicialmente por carbón, hidrogeno y oxígeno, siendo la mayor concentración de grasa en los alimentos. Integra el grupo de los lípidos y se puede encontrar de forma sólida o líquida (p.1).	Para la Operalización de esta variable se consideró las siguiente dimensiones: las condiciones de operación determinado por la turbidez, conductividad eléctrica y potencial de hidrogeno, igualmente la viscosidad de aceites y grasas el cual estará determinada por los siguientes indicadores: presión y temperatura las cuales se determinaron en laboratorio.	Condiciones de operación	Turbidez	NTU
				Conductividad eléctrica	µs/cm
				Potencial de Hidrogeno	pH=log[H <sup>+</sup> ]
			Viscosidad de aceites y grasas	Temperatura	°C
				Presión	hPa
			Variable 02	Definición Conceptual	Definición Operacional
Aplicación de Oxido de Grafeno	Según VARGAS (2011) indica que el óxido de grafeno es una estructura de red semi-aromatica de átomos de carbono con hibridación sp <sup>2</sup> /sp <sup>3</sup> en función con grupos oxigenados (p, 18).	Para medir la aplicación del óxido de grafeno se consideró la concentración de aceites y grasas, que a su vez fueron especificados por la Cantidad de aceites y grasas inicial y Cantidad de aceites y grasas final, además la dosis de óxido de grafeno, las características y condiciones del tratamiento, a través del tiempo de tratamiento, cantidades de grafeno (5, 10 y 20 gr/l), mediante la prueba de jarra y dosificación adecuada.	Dosis de óxido de grafeno	Cantidad baja de óxido de grafeno(5gr/l)	g/L
				Cantidad media de óxido de grafeno (10gr/l)	g/L
				Cantidad alta de óxido de grafeno (15gr/l)	g/L
			Tiempo de remoción	20 minutos de tratamiento	Revoluciones por minutos(RPM)
				30 minutos de tratamiento	
			Concentración de aceites y grasas	Cantidad de aceites y grasas inicial	PPM
				Cantidad de aceites y grasas final	PPM

## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1 Población**

La población del estudio está comprendida por toda el almacén de aguas residuales de 200m<sup>2</sup>, cuyo volumen está limitada por 150 m<sup>3</sup> de agua, el cual está ubicada en la Avenida Marina 2185 del Distrito de San Miguel-Lima, en donde el agua es procedente del centro de lavado automovilístico Splash el cual se encarga del lavado manual y automático de los vehículos.

### **2.3.2 Muestra**

La muestra en este caso está determinada por 18 litros de aguas residuales obtenidas del almacén del centro de lavado automovilístico Splash, en donde se tomara de manera in situ los parámetros como la temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto. Además estas muestras serán derivadas hacia un laboratorio autorizado el cual es SGS.

Por otro lado de los 18 litros de agua residuales estas serán distribuidas en 3 jarras, 1 litro por cada jarra, realizando 18 experimentaciones dado que serán a diferentes dosificaciones de óxido de grafeno y diferentes tiempos para un mejor resultado en el procesamiento y análisis de datos estadísticos.

## **2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Para la realización del estudio inicialmente se hizo la identificación del área o zona de estudio, además se aplicó diferentes técnicas e instrumento de recolección de datos como se contempla en la Tabla 4, la técnica más empelada fue la observación además se emplearon otros instrumentos muy importantes durante el proceso de estudio tales como la cadena de custodia, hoja de campo y ficha técnica de levantamiento de información de laboratorio, puesto que estos identificaron, describieron y procesaron datos que se obtuvieron al iniciar y finalizar toda la investigación.

**Tabla 4:** *Técnicas e Instrumentos*

ETAPA	FUENTE	TECNICA	INSTRUMENTO	RESULTADOS
Medición de los parámetros fisicoquímicos de la muestra	Fuente Propia	Observación	Cadena de custodia	Recolección de datos de la muestra en laboratorio
	Laboratorio Servicios Analíticos Generales S.G.S	Observación	Certificado de laboratorio	
Reconocimiento de la zona de estudio	Ficha de registro de datos de campo (DIGESA)	Observación	Hoja de campo	Recolección de datos de la zona de estudios
Determinación de cantidad de óxido de grafeno más adecuada.	Fuente Propia	Observación	Ficha técnica de levantamiento de información de laboratorio	Obtención de datos de la muestra
Fabricación del óxido de grafeno	Método de Hummers	Observación	Ficha de obtención de resultado	Procesamiento de datos obtenidos en laboratorios en la elaboración de óxido de grafeno

Fuente: Elaboración propia

## **Validez y confiabilidad**

Los instrumentos empleados durante todo el proceso de desarrollo fueron validados por tres expertos colegiados, ellos mediante su extensa experiencia evaluaron los instrumentos y se obtuvo el porcentaje de validación de 87% los por tres instrumentos.

**Tabla 5:** *Validación de instrumento*

<b>NOMBRE DEL EXPERTO</b>	<b>DNI</b>	<b>% DE VALIDACION: OPINION DE APLICABILIDAD</b>
DR. Cesar Eduardo, Jiménez Calderón	16436847	90%
DR. Jorge Leonardo, Jave Nakayo	01066653	85%
DR. Juan Julio, Ordoñez Gálvez	08447308	85%

Fuente: Elaboración propia

## **Confiabilidad**

Según Campos (2015) indica que la confiabilidad es la obtención de los mismos resultados una y otra vez, como en esta investigación que se aplicó un método y arrojó resultados similares por cada repetición, es decir es confiable.

### **2.4.1 Técnicas**

#### **Observación**

La observación es una de las técnicas más utilizadas puesto que es la observación directa es lo que ocurre en el instante, tal como la observación de la fuente de contaminación del agua, el color del agua a tratar y el reconocimiento del área de estudio.

#### **Determinación de parámetros fisicoquímicos**

La determinación de los parámetros fisicoquímicos fue una técnica empleada, debido a que se debe tener datos recopilados de la muestra del agua obtenida antes de la aplicación del grafeno y después de esta.

## **Determinación de la concentración de aceites y grasas**

La determinación de la concentración de aceites y grasas se llevara a cabo a través del método gravimétrico sin precipitación química y extracción el cual consiste en la cuantificación de la concentración de aceites y grasas presentes, este método no aplica a materiales con una volatilización a una temperatura inferior a 85 °C. Este método está basado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA).

Se determinará por la siguiente formula:

$$\text{ppm de A y G} = \frac{(wf - Fi) \times 1000000}{vm(ml)}$$

### **2.4.2 Instrumentos**

#### **Libreta de campo**

La libreta de campo es un instrumento el cual es empleado para los pertinentes registros realizados en el campo.

Por otro lado la libreta de campo debe contener un registro preciso de toda la información, observaciones y consideraciones que se manifiestan a lo largo de la investigación.

Esta libreta lleva todo lo relacionado a la investigación sobre el uso del grafeno en aguas residuales provenientes de un centro de lavado automovilístico denominado Splash ubicado en la Av. La Marina 2185 Distrito de San Miguel, así como toda información de las cantidades adecuadas y parámetros establecidos y medidos durante el transcurso de la investigación.

#### **Cadena de custodia**

La cadena de custodia es un instrumento de recopilación de datos generados durante el muestreo, dentro de esta cadena está incluido los parámetros a tomarse en cuenta durante el periodo de investigación. Para la aplicación de la cadena de custodia se tomó en cuenta el modelo elaborado por el laboratorio de calidad ambiental UNASAM FCAM.

### **Hoja de campo**

La hoja de campo es un instrumento muy importante dado sus características, puesto que en ella se recolectan datos obtenidos durante el proceso del muestreo del agua residual del centro de lavado automovilístico Splash. Además esta ficha técnica contiene la fecha del muestreo, la ubicación en coordenadas UTM y las condiciones climáticas así mismo la descripción de la zona en donde se realizara el muestreo.

### **Ficha técnica de recolección de datos**

La ficha técnica es un instrumento empelado por el fin de resumir el proceso de recolección de los datos obtenidos durante el proyecto investigación, además que los datos recopilados en la ficha técnica pueden ser obtenidos en laboratorio durante la elaboración del grafeno y la determinación de la dosificación de grafeno.

### **2.4 Métodos de análisis de datos**

El desarrollo de esta investigación cuyo título es “Reducción de aceites y grasas mediante oxido de grafeno artesanal en el centro de lavado Splash San Miguel – Lima, 2018” procesara los datos mediante el empleo del software IBM SPS Stadistic 21 el cual es empleado para la resolución de problemas en una investigación mediante el análisis, prueba de hipótesis y análisis predictivos , así mismo ofrece diferentes técnicas que incluye pruebas de hipótesis para la gestión de los datos, la selección, elaboración de análisis y el intercambio de resultados multivariados.

Por otro lado se determinara la Normalidad a través del análisis descriptivo el cual será originado por la prueba Shapiro Will, además se realizara un análisis inferencias por medio de la T de Student para constatar si las hipótesis son verdaderas o son falsas.

## 2.4.1 Proceso de desarrollo metodológico

### Recolección de la muestra

La recolección de la muestra se realizó en las instalaciones del centro de lavado automovilístico Splash, en donde se recolecto medio litro de agua para el respectivo análisis de aceites y grasa, dado que sirvió como una línea base de que si existen estas sustancias presentes en esta muestra de agua.

### Medición de parámetros Fisicoquímicos

Para la medición inicial de los parámetros fisicoquímicos se realizó de manera in situ, en donde se calculó el potencial de hidrogeno, conductividad eléctrica, temperatura y oxígeno disuelto, además se tomó una muestra para determinar aceites y grasas, el cual fue llevado hacia un laboratorio para su respectivo análisis.



*Figura 3: Medición de parámetros In situ*



## Elaboración de óxido de Grafeno

Para la elaboración de óxido de grafeno se tomó en cuenta el método de Hummers el cual consistió en oxidar y exfoliar grafito.



*Figura 4:* Materiales empleados durante la elaboración del óxido de grafeno

- 1) Se obtuvo el grafito a partir de las pilas desechables que a su vez fueron conseguidos de las chatarrerías, luego se extrajo este material de manera manual.



*Figura 5:* Extracción de Grafito



*Figura 6:* Obtención de grafito

- 2) Posteriormente se agregó 2.5 gramos de grafito en polvo con 34.5 mililitros de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) una concentración de 10% en una matraz, es decir 5 ml de ácido sulfúrico con 45 ml de agua destilada.



*Figura 7: Agregado de grafito*



*Figura 8: Homogenización de Grafito y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*

- 3) Luego se le adicionó 4.5 gramos de permanganato de potasio (KMnO<sub>4</sub>), el cual se llevó a un agitador magnético a una velocidad de 1000 rpm durante un periodo de 2 horas y temperatura de +/- 35 °C.

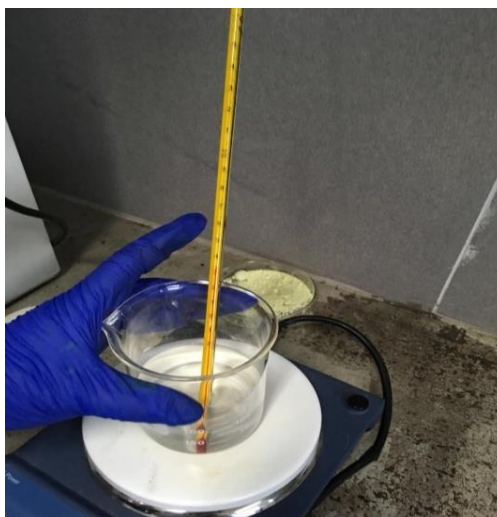


*Figura 9: Introducción de KMnO<sub>4</sub>*



*Figura 10: Agitación constante de la Mezcla*

- 4) Se le agrego 69 ml de agua destilada durante 15 minutos a una temperatura de 89°C, para ello se determinó la temperatura manualmente.



*Figura 11:* Evaluación de la temperatura

- 5) Además se le adicionó 10 ml de peróxido de hidrogeno ( $H_2O_2$ ) al 30% y se dejó reposar 40 minutos y se filtró 15 minutos.



*Figura 12:* Añadimiento de  $H_2O_2$

- 6) Ya obtenida 3.059 gramos de muestra, se le adicionó 69 ml de ácido sulfúrico concentrado y 9 gramos de permanganato de potasio a una agitación de 2 horas.



*Figura 13:* Producción de muestra de reducción

- 7) También se le agregó 138 ml de agua destilada durante 15 minutos, después se adicionó 20 ml de peróxido de hidrogeno ( $H_2O_2$ ).
- 8) Se realizó una relación de 1:10 de ácido clorhídrico (HCl), es decir 50 ml de ácido clorhídrico en 500 ml de agua destilada para su filtración y extracción de muestra.



Figura 14: Preparación de la solución 1:10 (HCl)

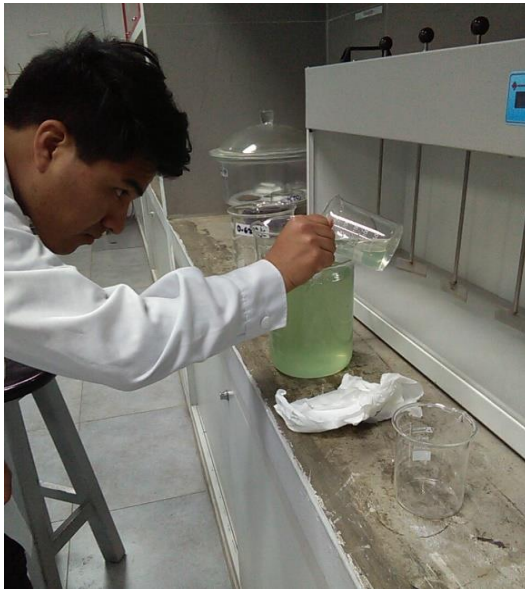
- 9) Finalmente se llevó a estufa para secado durante 24 horas.



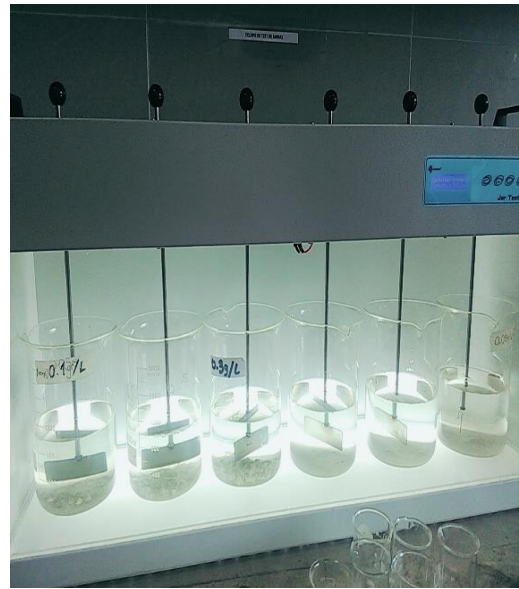
Figura 15: Obtención Final de Oxido de Grafeno

## Tratamiento de Test de Jarra

El tratamiento de jarra se realizó dentro de las instalaciones del laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, en donde se empleó 3 jarras contenida con 1 litro de agua del centro de lavado con 3 repeticiones cada una para corroborar los datos obtenidos, además se adicionó las dosis de óxido de grafeno en cada repetición, la velocidad inicial al adicionar este oxido fue de 200 rpm por un minuto para su homogeneidad, luego 5 minutos con 100 rpm y 10 minutos de sedimentación para su respectivo análisis.



*Figura 16:* Medición de agua residual



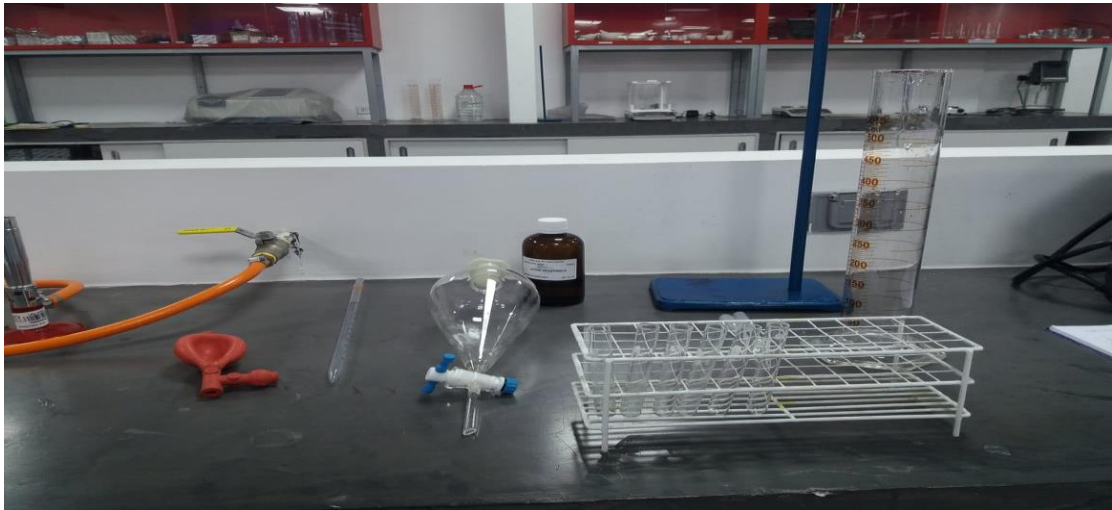
*Figura 17:* Tratamiento con óxido



*Figura 18:* Agua después del tratamiento

## Medición cuantitativa de aceites y grasas

Para la determinación cuantitativa de aceites y grasas se empleó el método gravimétrico sin precipitación química, durante este tratamiento se empleó los siguientes instrumentos tales como la pera de separación y aro, soporte universal, gotero, tubo de ensayo, vaso de precipitado, ácido sulfúrico, hexano y centrifugadora.



*Figura 19:* Instrumentos para la determinación de aceites y grasas

El primer paso fue ingresar el agua que fue tratada con óxido de grafeno en la pera de separación, además se le agregó 0,5 ml de ácido sulfúrico y 10 ml de hexano. Luego se agitó para eliminar el óxido disperso dentro de la pera.

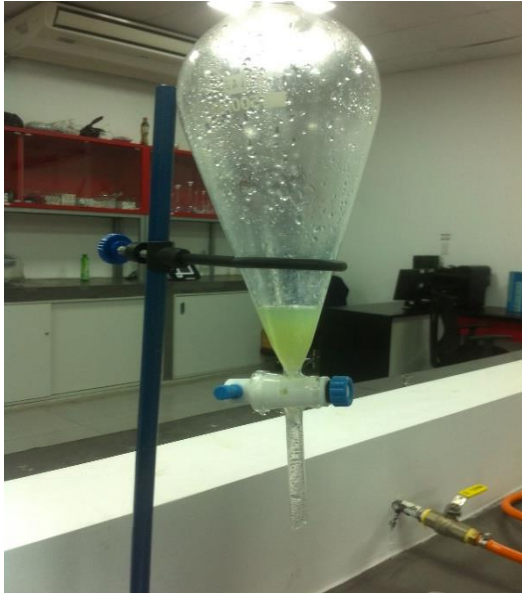


*Figura 20:* Homogenización de  $H_2SO_4$



*Figura 21:* Agitación de la muestra

El segundo paso fue esperar que la solución se encontrara en dos fases, para luego extraer aceites y grasas en tubos de ensayos y posteriormente llevarlo a la centrifugadora durante un periodo de 2 minutos con una velocidad de 2000 revoluciones por minuto (RPM). Por último se lleva a estufa para determinar la cantidad de aceites y grasas presentes en el agua residual tratada.



*Figura 22:* Separación de aceites y grasas



*Figura 23:* Extracción de aceites y grasas

## **2.5 Aspectos éticos**

El presente proyecto de investigación cumplirá con las normas establecidas por la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y de la Universidad Cesar Vallejo, por otro lado estará comprometida y sujeta al reglamento y ética profesional generando así una data de manera correcta, cumpliendo con los parámetros establecidos por la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Además los resultados obtenidos no serán manipulados por el investigador para un mejor resultado al momento del análisis. Así mismo se tomaran en cuenta trabajos de investigaciones anteriormente realizados, con el fin de tomarlo como antecedente más no como copia.

Por otro lado el presente proyecto de investigación es un tema de innovación ya que cuenta con características que lo consideran como un trabajo que ayudara al cuidado del medio ambiente y sobre todo una investigación nueva en el campo de remoción de aceites y grasas empleando el método de aplicación de grafeno.

### III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos inicialmente se realizaron de manera In situ , con el fin de cumplir con el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales la cual establece que se deben tomar los cuatro parámetros principales tales como el pH, la temperatura, el oxígeno disuelto y la conductividad eléctrica, por otro lado se determinó la cantidad de aceites y grasas de la muestra, para luego compararlas con los valores máximos admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario (D.S. N° 001-2015-Vivienda).

**Tabla 6:** Resultados de análisis fisicoquímicos de forma In situ

CODIGO	Parámetros In situ						Valores Máximos Admisibles
	Oxígeno Disuelto	Conductividad Eléctrica	Potencial de Hidrogeno	Temperatura	Turbidez	Aceites y grasas	
1	0.49 mg/l	1082uS/cm	7.6	20.2	1100 NTU	150.3 mg/L	
2	0.33 mg/l	1085 uS/cm	7.55	20.1	1102 NTU	150.3 mg/L	A y G 100mg/l
2	0.45 mg/l	1085 uS/cm	7.55	20.1	1105 NTU	150.3 mg/L	

Fuente: Datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos del estudio.Lima.2018

D.S. N° 001-2015-Vivienda

En la Tabla 6 se contempla las características fisicoquímicas que fueron tomadas en el mismo centro de lavado automovilístico, además se determinó aceites y grasas en un laboratorio para su respectiva comparación con los valores máximos admisibles (VMA) el cual indica que para el parámetro aceites y grasas tiene un valor de 100 mg/l, sobrepasando con los estableció en dicho Decreto supremo con un valor de 150.3 mg/l.

Por otro lado se determinó la Prueba de T – Student con el fin de identificar si los resultados obtenidos durante el tratamiento siguen una distribución normal, mediante la prueba denominada Shapiro Wilks, para ello se trabajó con un nivel de confianza del 95 %, reduciendo así la probabilidad que los resultados sean los menos favorables para el desarrollo de esta investigación.



**Tabla 7:** Pruebas de normalidad Shapiro – Wilk

	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Aceite Final	,162	18	,200*	,906	18	,073

Fuente: Sps 21.Lima.2018

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Aceite Inicial es una constante y se ha desestimado.

b. Corrección de la significación de Lilliefors

### 3.1 Prueba de Normalidad

**Hipótesis: probaremos**

**Ho:** Los datos obtenidos de la remoción de aceites y grasas sigue una distribución normal

**Ha:** Los datos obtenidos de la remoción de aceites y grasas no siguen una distribución normal

**Estadística y región crítica de la prueba:**

Si p- value <  $\alpha$ : rechazar Ho

Si p- value >  $\alpha$ : no rechazar Ho

**El p- value:** 0.073

**$\alpha$ :** 0.05

**Decisión:**

Como el **p-value** es mayor que  **$\alpha$** , entonces **Ho** no es rechazado y la conclusión es que los datos de la remoción de aceites y grasas sigue una distribución normal.

Para la aplicación de la prueba de la normalidad se determinó mediante Shapiro – Wilk ya que la muestra es menor a 30 individuos, por lo tanto todos los datos recolectados antes y después del tratamiento provienen de una distribución normal ya que el nivel de significancia obtenido es de 0,073, es decir que es mayor a 0,05.

### 3.2 Prueba de T- Student

**Tabla 8:** Prueba de muestras relacionadas

	Diferencias relacionadas					t	Gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par Aceite Inicial 1 - Aceite Final	113,53778	9,57995	2,25802	108,77378	118,30178	50,282	17	,000

Fuente: Sps 21.Lima.2018

#### ***Hipótesis: probaremos***

**Ho:** La aplicación del óxido de grafeno artesanal no remueve aceites y grasas, a una dosis mayor de 10 gramos y a un tiempo mayor a 10 minutos para el reciclaje de aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash

**Ha:** La aplicación del óxido de grafeno artesanal remueve aceites y grasas, a una dosis mayor de 10 gramos y a un tiempo mayor a 10 minutos para el reciclaje de aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash

#### ***Estadística y región crítica de la prueba:***

Si  $p\text{-value} < \alpha$ : rechazar  $H_0$

Si  $p\text{-value} > \alpha$ : no rechazar  $H_0$

**El p- value:** 0.000

**$\alpha$ :** 0.05

#### **Contrastación de Hipótesis General**

De acuerdo a los resultados obtenidos a través del IBM SPS 21 Statistics podemos indicar que con un nivel de confianza de 95 % se rechaza la hipótesis nula ya que el **p-value** es menor que  **$\alpha$** , la conclusión es que la aplicación del óxido de grafeno artesanal remueve aceites y grasas, a una dosis mayor de 10 gramos y a un tiempo mayor a 10 minutos para el reciclaje de aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash.

Por otro lado para la determinación de aceites y grasas se aplicó el método gravimétrico sin precipitación química, además se realizó tres repeticiones por cada muestra para todos los tratamientos, en diferentes dosis y tiempos.

**Tabla 9:** *Remoción de aceites y grasas con diferentes dosificaciones y tiempos distintos*

Muestras	Dosis de Oxido de Grafeno	Tiempo de Remoción	Aceites y Grasas Inicial	Remoción de Aceites y Grasas
1				54.44 ppm
2		20 minutos		45.73 ppm
3	5 gramos			48.61 ppm
4				36.89 ppm
5		30 minutos		30.15 ppm
6				32.58 ppm
7				48.81 ppm
8		20 minutos		46.54 ppm
9	10 gramos		150.3 mg/l	48.63 ppm
10				34.41 ppm
11		30 minutos		32.57 ppm
12				35.54 ppm
13				29.76 ppm
14		20 minutos		25.30 ppm
15	15 gramos			34.96 ppm
16				25.45 ppm
17		30 minutos		24.68 ppm
18				26.67 ppm

Fuente: Aplicación del tratamiento con óxido de grafeno.Lima.2018

En la Tabla 9 se observa la remoción de aceites y grasas después del tratamiento con dosificación de óxido de grafeno, sabiendo que la concentración inicial de aceites y grasas fue de 150.3 ppm. De la misma forma se contempla que el tiempo apropiado es de 30 minutos, con una dosificación de 15 gramos de óxido de grafeno.

### Contrastación de Hipótesis específicas

- Los datos obtenidos durante la simulación del tratamiento de las aguas residuales nos indican que con una dosis de 15 gramos de óxido de grafeno se remueve la mayor cantidad de aceites y grasas es por ello que se rechaza la hipótesis nula, por tanto se acepta la hipótesis alterna la cual indica que la dosis adecuada que debe ser empleada en la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales del centro de Lavado Splash es mayor a 10 gramos.
- De acuerdo a los datos recolectados se rechaza la hipótesis nula dado que esta simulación arrojó un resultado de remoción de aceites y grasas de 24.68 es decir un 84 % es por ello que se acepta la hipótesis alterna el cual indica que la aplicación de óxido de grafeno reduce aceites y grasas en el agua residual del centro de lavado Splash.

En la Figura 24 se observa el tratamiento con óxido de grafeno a diferentes dosificaciones (5,10 y 15 gramos respectivamente) y con un tiempo de 20 minutos, en donde la dosificación más eficaz para el tratamiento es de 15 gramos reduciendo de 150.3 ppm a 25.3 ppm los aceites y grasas.



*Figura 24:* Tiempo de remoción aceites y grasas después del tratamiento (20 minutos)

En la figura 25 se observa el tratamiento con dosificación con oxido de grafeno (5,10 y 15 gramos respectivamente) por un periodo de tiempo de 30 minutos, en donde indica que la dosificación más eficiente es de 15 gramos con un valor de 24.68 ppm es decir que removi6 más de la mitad de aceites y grasas del agua residual.



Figura 25: Tiempo de remoción aceites y grasas después del tratamiento (30 minutos)

**Contrastación de Hipótesis específica**

Con un nivel de confianza del 95% se rechaza la hipótesis nula puesto que el tiempo para una mejor remoción de aceites y grasas según los resultados conseguidos indican que debe ser de 30 minutos, aceptando así la hipótesis alterna el cual indica que el tiempo de remoción de aceites y grasas en el agua residual del centro de lavado Splash es mayor a 10 minutos.

Por otro parte en la Tabla 10 se contempla aquellos parámetros fisicoquímicos que fueron medidos inicialmente como el pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, turbidez y temperatura las cuales variaron después del tratamiento con oxido de grafeno a través de la prueba de jarra, el cual fue efectivo.

**Tabla 10:** Medición de parámetros fisicoquímicos finales

DOSIS TIEMPO	pH		OD		C.E		TURBIDEZ		T°
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
5	20m	6.8		246 mg/l		901 us/cm		66.1 NTU	20.1 C
	30m	6.1		467 mg/l		891 us/cm		60.54 NTU	
10	20m	7.6	0.49 mg/l	286 mg/l	1085 us/cm	898 us/cm	1103 NTU	66.28 NTU	
	30m			556 mg/l		893 us/cm		55.01 NTU	
15	20m	6.2		264 mg/l		900 us/cm		31.3 NTU	
	30m	6.24		587 mg/l		899 us/cm		32.43 NTU	

Fuente: Parámetros posteriores del tratamiento.Lima.2018.

#### IV. DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos del agua residual antes de la incorporación del óxido de grafeno, estos no cumplían con lo estipulado en el Decreto Supremo N° 001-2015-Vivienda, que se basa de acuerdo a la aplicación de cada actividad económica por procesos productivos, en este caso no domestico que es descargado a la red de alcantarillado sanitario, el cual provoca deterioro a las instalaciones sanitarias además de provocar influencias negativas en los procesos de tratamiento de aguas residuales.

En la Tabla 7 se muestra los parámetros de manera In situ de las aguas residuales del centro de lavado automovilístico, en donde señala que el parámetro Oxígeno Disuelto al igual que la conductividad eléctrica presentan un problema, debido a la actividad que se realiza en dicha empresa, se sabe que estos dos parámetros no forman parte de dicho decreto pero es muy importante señalarlo porque forma parte de esta investigación.

Para el parámetro aceites y grasas expresadas en miligramos por litro (ppm), indica que este debe ser menor de 100 mg/l, demostrando que en este centro de lavado existe un exceso de concentración de 150.3 mg/L siendo la diferencia de 50.3 mg/l.

En la Tabla 10 se muestra las 18 repeticiones en donde se observa que la dosis más óptima es de 15 gramos por litro, dado que a mayor cantidad de óxido de grafeno mayor eficiencia presentara el tratamiento para la remoción aceites y grasas, también se verifica que la cantidad reducida es de 24.68 mg/l , siendo este método muy eficiente ya que reduce más del 70% de aceites y grasas, por otro lado puede ser más efectivo que la aplicación de la Moringa como indica Rivera (2017) en donde explica el mejoramiento de la calidad de las aguas residuales de lavado vehicular empleando Carbón activado y Moringa obteniendo buenos resultados, pero con mayor dosificación a comparación del tratamiento con oxido de grafeno el cual aplica menor dosis, cabe recalcar que también mejora las características del agua tales como el pH, conductividad eléctrica y turbidez.

Por otro lado se podría complementar el tratamiento de óxido de grafeno como lo indica MEDINA (2016) en su investigación Membranas de grafeno y oxido de grafeno para el tratamiento de aguas, el cual determina la aplicación de membranas con oxido de grafeno para la reducción de contaminantes presentes en el agua, para la elaboración al igual que esta investigación se adaptó el método de Hummers, el

cual consistió en la oxidación del grafito mediante reacción química. Los resultados obtenidos demostraron la remoción de aceites y grasas y eliminación de material suspendido, siendo más efectivo que el método de carbón activado.

De la misma forma la aplicación de óxido de grafeno es más efectivo, accesible y más barato ya que solo consiste en la oxidación y exfoliación del grafito mediante reactivos químicos, este proceso costo aproximadamente 750 soles peruanos a comparación de otros tratamientos que son más caros como el empleo de Fenton cuyo costo es de 2527.97 soles peruanos como lo mencionan MAGNASO, BERSELLI y MEDEIRO (2018) el Fenton es un tratamiento efectivo para la eliminación de compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el agua residual, además mencionan que obtuvieron buenos resultado con este método en los centro de lavados automovilísticos, por otro lado el tiempo también es otro factor importante puesto que se necesita solo 30 minutos para la reducción de aceites y grasas con el tratamiento con oxido de grafeno y 240 minutos con el tratamiento Fenton.

Por otra parte los datos obtenidos después del tratamiento fueron muy satisfactorios porque el parámetro potencial de hidrogeno fue de 6 -9 se mantuvo dentro de los valores máximos admisibles (VMA), la conductividad eléctrica se estabilizo de 1085 us/cm a 901 us/cm, el oxígeno disuelto aumento de 0.45 mg/l a 587 mg/l y la turbidez disminuyo notablemente de 1103 NTU a 31.3 NTU.

## V. CONCLUSIONES

Por consiguiente al objetivo general se determinó que el efecto del óxido de grafeno artesanal remueve aceites y grasas para el reciclaje de aguas residuales del Centro de Lavado Splash a una dosis mayor de 10 gramos y a un tiempo mayor de 10 minutos, con una probabilidad estadística del 95 %.

- Se determinó que la dosis adecuada de óxido de grafeno que se debe emplear para la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales del centro de lavado automovilístico Splash es de 30 gramos dado que las condiciones de operación durante la simulación fueron favorables, además que la velocidad de 200 RPM ayudó que dicha remoción sea conveniente.
- Se determinó que la concentración de remoción de aceites y grasas más removida del agua residual en el centro de lavado Splash fue de 24,68 mg/l (ppm) es decir que se removió aproximadamente 84%, además que de acuerdo a los valores admisibles está permitido, puesto que la concentración de aceites y grasas en centros de lavados de autos debe ser menor o igual a 100 mg/l.
- Se determinó que el tiempo más eficiente de remoción de aceites y grasas de las aguas residuales del centro de lavado Splash fue de 30 minutos, dado que a mayor tiempo mayor remoción de aceites y grasas.
- Se determinó que mediante la aplicación de óxido de grafeno el nivel de pH es estable de acuerdo a los valores máximos admisibles (VMA) el cual indica que el pH debe estar en un rango de 6 -9.



## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el empleo de peróxido de hidrogeno concentrado al 30% para un mejor resultado, ya que si se emplea este tipo de reactivo a una concentración más alta podría generar una explosión así modificando la mezcla y perdiendo la sustancia ya homogenizada.
- Se recomienda realizar el proceso de separación del óxido de grafeno de otros solventes orgánicos mediante la centrifugación para una mejor optimización de los resultados.
- Se recomienda emplear un blanco en la determinación de aceites grasas con el fin de constatar que los resultados obtenidos se han realizado de manera correcta y sin ninguna manipulación de resultados.
- Se recomienda que al momento de realizar las pruebas de jarras, se debe tener en cuenta que para la homogenización del óxido de grafeno en toda el agua residual, el tiempo debe ser de un minuto con una velocidad de 200 revoluciones por minuto (RPM).
- Se recomienda que el tiempo de agitación debe ser de 15 minutos con una velocidad de 60 RPM y por último 5 minutos para el material suspendido sedimente, para la obtención de un buen resultado.

## VII. REFERENCIAS

- AREYANO, Alexis, SANCHEZ, Emmanuel. Propuesta de mejora de diseño de una trampa de grasa para restaurantes. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Mecánica). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2009. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/14522/Propuesta%20de%20mejora%20de%20dise%C3%B1o%20de%20una%20trampa%20de%20grasa%20para%20restaurantes.pdf?sequence=1>
- BANCHON, Carlos, CASTILLO, Alexandra Y POSLIGUA, Paola. Chemical interactions to cleanup highly polluted automobile service station wastewater by bioadsorption-coagulation-flocculation. Journal of Ecological Engineering [En línea]. 1 de junio de 2017. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-a663bb82-e963-4e8f-895e-d1a69418b301>
- BARRETO, Patricia. Protocolo de monitoreo de agua. 2010. Disponible en: [http://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user\\_upload/p\\_biorem/education/research/protocols/Protocolo\\_Agua.pdf](http://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/p_biorem/education/research/protocols/Protocolo_Agua.pdf)
- BOSCH, Daniel. Estudio, aplicación y obtención de grafeno. 2014. Disponible en: <http://www.nanomadrid.es/wp-content/uploads/2014/10/Trabajo-del-Grafeno.pdf>
- CHUANTAO, Zhu, PEN, Liu y AJI, Mathew. Self-Assembled TEMPO Cellulose Nanofibers: Graphene Oxide – Based Biohybrids for water purification. Division of Materials and Environmental [En línea]. 30 de mayo de 2017. [Fecha de consulta: 30 de Abril de 2018]. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acsami.7b06358>
- CRUZ, Aura, SIERRA, Claudia. Propuesta de una alternativa de tratamiento de aguas residuales en la Salsamentaría El Bohemio. Tesis (Título profesional de Ingeniero Químico). Bogotá: Fundación Universitaria de Américas, Facultad de Ingeniería, 2016. Disponible en:

<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/833/1/1022388236-2016-2-IQ.pdf>

- DIVYA, ARUN, Mozhi y Vishnu. Iot based water purification System using Graphene. Electronics and Instrumentation Engineering [En línea]. (V.6).5 de mayo de 2017. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2018]. Disponible en: <http://academicscience.co.in/admin/resources/project/paper/f201705021493723360.pdf>  
ISSN: 2348-117X
- FAKHRI, Ali. Adsorption characteristics of graphene oxide as a solid adsorbent for aniline removal from aqueous solutions: Kinetics, thermodynamics and mechanism studies. Journal of Saudi Chemical Society [En línea].19 de octubre 2017.[Fecha de consulta: 22 de Abril de 2018]. Disponible en: [https://ac.els-cdn.com/S131961031300104X/1-s2.0-S131961031300104X-main.pdf?\\_tid=4ee7657c-70f0-4e88-93c2-f088f18725b2&acdnat=1528587724\\_a800a82876c4f9a62ef0c69e7fd97505](https://ac.els-cdn.com/S131961031300104X/1-s2.0-S131961031300104X-main.pdf?_tid=4ee7657c-70f0-4e88-93c2-f088f18725b2&acdnat=1528587724_a800a82876c4f9a62ef0c69e7fd97505)
- FERNANDEZ, María. Grafenos preparados por métodos químicos: características y aplicaciones. Tesis (Doctorado en Química).España: Universidad de Oviedo, 2013. Disponible en: <http://digital.csic.es/handle/10261/85675>
- GONZALES. Carmen. Monitoreo de la calidad de agua. 2011. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLObj-862/maguaph.pdf>
- GONZALES. Carmen. Monitoreo de la calidad de agua. 2011. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLObj-859/maguaturbidez.pdf>
- GOMEZ, Wilfredo.Fonones flexurales: Ecuación de Dirac generalizada en grafeno curvo. Tesis (Título profesional en Física).México: Universidad Autónoma de México, Facultad de ciencias, 2013.Disponible en: [http://www.fisica.unam.mx/personales/naumis/index\\_archivos/Tesis/Tesis\\_Wilant.pdf](http://www.fisica.unam.mx/personales/naumis/index_archivos/Tesis/Tesis_Wilant.pdf)
- GRAPHENANO. El grafeno: Propiedades y aplicaciones.2017.Diponible en: <https://www.graphenano.com/wp-content/uploads/2017/11/Que-es-el-grafeno.pdf>

- GRAPHENEMEX: Oxido de Grafeno. Disponible en: <http://graphenemex.com/es/graphene-products/graphene-oxide/>
- GROOTHUIS, Anton. Graphene: the miraculous material. 2017. Disponible en: <https://itp.uni-frankfurt.de/~werth/graphene.pdf>
- JUAREZ, Carlos. Síntesis y caracterización de grafeno químicamente derivado y sus aplicaciones en las baterías de Ion- Litio. Tesis (Título profesional de Licenciatura en Química). México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. Facultad de ingeniería, 2013. Disponible en: <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI17632.pdf>
- KUNGL. VETENSKAPS – AKADEMIEN. Scientific Background on the Nobel Prize in Physics. 2010. Disponible en: [https://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/2010/advanced-physicsprize2010.pdf](https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2010/advanced-physicsprize2010.pdf)
- LAU, *et al.* Preparation and characterization of superhydrophilic nanocomposite ultrafiltration membranes for treatment of highly concentrated oil-in-water emulsion. Jurnal Tekno [En línea]. 03 de junio de 2017. [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2018]. Disponible: [https://www.researchgate.net/profile/R\\_Gohari/publication/313128663\\_Preparation\\_and\\_characterization\\_of\\_superhydrophilic\\_nanocomposite\\_ultrafiltration\\_membranes\\_for\\_treatment\\_of\\_highly\\_concentrated\\_oil-in-water\\_emulsion/links/5899407992851c8bb68037da/Preparation-and-characterization-of-superhydrophilic-nanocomposite-ultrafiltration-membranes-for-treatment-of-highly-concentrated-oil-in-water-emulsion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/R_Gohari/publication/313128663_Preparation_and_characterization_of_superhydrophilic_nanocomposite_ultrafiltration_membranes_for_treatment_of_highly_concentrated_oil-in-water_emulsion/links/5899407992851c8bb68037da/Preparation-and-characterization-of-superhydrophilic-nanocomposite-ultrafiltration-membranes-for-treatment-of-highly-concentrated-oil-in-water-emulsion.pdf)
- LIU, Yongchen. Application of graphene oxide in water treatment. Earth and Environmental Science [En línea]. 2017. [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2018]. Disponible en: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/94/1/012060/pdf>

- LOVE, Dashairya, MADHABENDRA, Rout y PARTHA, Saha. Reduced graphene oxide –coated cotton as an efficient absorbent in oil-water separation. Springer International Publishing [En línea]. 7 de diciembre de 2017.[Fecha de consulta: 26 de abril de 2018].Disponible en:  
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs42114-017-0019-9.pdf>
- MAGNAGO, Rachel, BERSELLI, Diego y MEDEIROS. Patricia. Treatment of wastewater from car wash by Fenton and photo-Fenton oxidative processes. Journal of Engineering Science and Technology [En línea]. (V.13) N°4.2018. [Fecha de consulta: 30 de Abril de 2018]. Disponible en:  
[http://jestec.taylors.edu.my/Vol%2013%20issue%204%20April%202018/13\\_4\\_1.pdf](http://jestec.taylors.edu.my/Vol%2013%20issue%204%20April%202018/13_4_1.pdf)
- MAHDI, Fathizadeh, et al. Graphene Oxide: A novel 2-Dimensional Material in Membrane Separation for water Purification. Advanced science news [En línea].2017.[Fecha de consulta:15 de mayo de 2018].Disponible en:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/admi.201600918>
- MANILAL, HARINARAYANAN, Y SOLOMAN. Removal of oil and grease from automobile garaje wastewater using electrocoagulation. Earth and Environmental Science [En línea].2017. [Fecha de consulta:02 de mayo de 2018].Disponible en: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/206/1/012082/pdf>
- MEDINA, Victor. Graphene and graphene oxide membranes for water treatment. Encyclopedia of Science y Technology [En línea].17 de febrero de 2016. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2018]. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/profile/Victor\\_Medina9/publication/294873314\\_Graphene\\_and\\_graphene\\_oxide\\_membranes\\_for\\_water\\_treatment/links/56c4a84308aea564e304c44f/Graphene-and-graphene-oxide-membranes-for-water-treatment.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Victor_Medina9/publication/294873314_Graphene_and_graphene_oxide_membranes_for_water_treatment/links/56c4a84308aea564e304c44f/Graphene-and-graphene-oxide-membranes-for-water-treatment.pdf?origin=publication_detail)
- MinAqua. Guía de buena prácticas para instalaciones de lavado de vehículos [En línea].Barcelona: Grup Fundación Ramón Noruega,2016[Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018].Disponible en: <http://www.minaqua.org/wp14/wp->

<content/uploads/2016/12/Guia-de-buenas-practicas-para-instalaciones-de-lavado-de-vehiculos-CAST-bxa.pdf>

- Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. (Sf). Disponible en: <http://web2015.corpoguavio.gov.co/Comprometidos/General/Manual%20Produccion%20mas%20limpia%20Lavado%20Automotores.pdf>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). 2016. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-3.pdf>
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad .Gobierno de España.2015. Disponible en: [https://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/12\\_leg.pdf](https://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/12_leg.pdf)
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Se modifican diversos artículos del Decreto Supremo N° 001-2015 VIVIENDA. Perú, 2015.2p. Disponible en: <http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/documentos/DS-001-2015-VIVIENDA.pdf>
- Ministerio de Vivienda Construcción y saneamiento. Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas. Perú, 2009.1p. Disponible en: <http://www.sedapal.com.pe/documents/10154/fedf8405-1bc2-428e-9d8d-a1c2ad009f53>
- Organización Mundial de la Salud. 2006. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full1\\_lowres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full1_lowres.pdf)
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (OEFA).2014. Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- Revista de Educación [En línea].Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2009[Fecha de consulta: 30 de abril].Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/viewFile/538/589>  
ISSN: 0379 – 7082
- RIVERA, Ana. Uso de Moringa Olifera y carbón activado para el mejoramiento de la calidad del agua residual de lavado vehicular en el distrito de San Martin de Porres-Lima 2017.Tesis (Título Profesional de Ingeniero Ambiental).Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

Disponible en:  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3595/Rivera\\_%C3%91AC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3595/Rivera_%C3%91AC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- RODRIGUEZ, Clara maría Y VASILIEVNA, Oxana. Propiedades y aplicaciones del grafeno.2008. Disponible en:  
[http://ingenierias.uanl.mx/38/38\\_propiedades.pdf](http://ingenierias.uanl.mx/38/38_propiedades.pdf)
- RODRÍGUEZ, Alba. Grafeno: Síntesis, propiedades y aplicaciones biomedicas.2016. Disponible en:  
<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/ALBA%20RODRIGUEZ%20VILLALON.pdf>
- RODRIGUEZ, Gema. Intensificación del proceso de Fenton para el tratamiento de aguas residuales industriales. Tesis (Doctorado en Ingeniería Química).España: universidad Autónoma de Madrid, Facultad de ciencias. 2012. Disponible en:  
[https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/9041/47816\\_plliego\\_rodriguez\\_gema.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/9041/47816_plliego_rodriguez_gema.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- RUBIA, Clemente, CHICA, Edwin Y PEÑUELA, Gustavo. Aplicación del proceso del Fenton en el tratamiento de aguas residuales de origen petroquímico. Colombia: Universidad de Antioquia, Facultad de Ingenieria.2014.Disponible en:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/inco/v16n2/v16n2a19.pdf>
- SERRANO et al .Método de investigación de enfoque experimental. 2014. Disponible en:  
<http://www.postgradoune.edu.pe/documentos/Experimental.pdf>
- SOTO, Ismael [et al].México: Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Médicas, 2003. Disponible en:  
[http://congresos.cio.mx/memorias\\_congreso\\_mujer/archivos/extensos/sesion1/S1-BYQ03.pdf](http://congresos.cio.mx/memorias_congreso_mujer/archivos/extensos/sesion1/S1-BYQ03.pdf)
- SWEETMAN, Martin, et al. Activated Carbon, Carbon nanotubes and Graphene: Materials and composites for Advanced water Purification. Journal of

carbon research [En línea]. 02 de junio de 2017.[Fecha de consulta: 15 de mayo del 2018].Disponible en: <http://www.mdpi.com/2311-5629/3/2/18/htm>

- TABISH, Tanveer, et al. A facile synthesis of porous graphene for efficient water and wastewater treatment. Scientific reports [En línea]. 29 de junio de 2018. [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2018]. Disponible en: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5788977/pdf/41598\\_2018\\_Article\\_19978.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5788977/pdf/41598_2018_Article_19978.pdf)
- THEBO *et al* .Highly stable graphene-oxide-based membranes with superior permeability.Nature Communications [En línea].2018.[Fecha de consulta:03 de mayo de 2018].Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41467-018-03919-0.pdf>
- TOAPANTA, María. Aceites y Grasas. (Sf).Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6161/8/GRASASYACEITES.pdf>
- TORRES, Yenny y TAVARA, Jorge. Manejo, Tratamiento y Reuso del agua en la estación de lavado de vehículos “Los Ángeles” Kennedy, Bogotá D.C.Tesis (Ingeniero Ambiental).Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2015.Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4850/1/TorresBurgosYennyAlejandra2016.pdf>
- VASQUES, Viviane, BENEDINI, Patricia. Efficiency of sugarcane bagasse-based sorbents for oil removal from engine washing wastewater. Water Science and Technology [En Línea].2017.[Fecha de consulta:10 de mayo de 2018].Disponible en: <http://sci-hub.tw/http://wst.iwaponline.com/content/75/1/173>
- VARGAS, Daniela. Síntesis de óxido de grafeno reducido y minado químicamente y su influencia en las propiedades eléctricas y mecánicas de nanocompositos a base de caucho natural. Tesis (Título profesional en Química).Chile: Universidad de Chile, Facultad de ciencias,2011.Diponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/144751/Sintesis-de-oxido-de-grafeno-reducido-y-aminado-quimicamente.pdf?sequence=1>



- VIDALES, Amelia LEOS, Marina Y CAMPOS, María. Extracción de Aceites y Grasas en los Efluentes de una industria Automotriz. 2010. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/944/94415759007.pdf>
- ZENG, Xiangkang, et al. Highly dispersed TiO<sub>2</sub> nanocrystals and WO<sub>3</sub> nanorods on reduced graphene oxide: Z-scheme photocatalysis system for accelerated photocatalysis system for accelerated photocatalytic water disinfection. Science Direct [En línea].2017.[Fecha de consulta:12 de mayo del 2018].Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/58EBF7DC15BB8664291C432157D2526D2C514E53FB69ECCE7E581FE5907994999255A2984B590C8C2D468685DE2AD385>

# ANEXOS

## ANEXO 01: Ficha de validación de instrumento N° 1



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Ordóñez Balvez, Juan Julio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Hoja de campo  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Miguel Jaramillo Simónez

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
No

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 23 de 06 del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 8547204 Telf.: 5251646

## ANEXO 02: Ficha de validación de instrumento N° 2



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jimenez Calderon, Cesar Eduardo  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de custodia de muestras de agua  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Saramillo Jimenez, Miguel

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

Si

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

90 %
------

Lima, ..... del 2018

Dr. Cesar Eduardo Jimenez Calderon  
 CIP. 42355

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

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

## ANEXO 03: Ficha de validación de instrumento N° 3



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: Jane Nakayo Jorge Leonardo  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha técnica de levantamiento de un punto  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Jaramillo Jimenez Miguel

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

Si

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

85 %
------

Lima, ..... del 2018

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE  
 DNI No. 01066653 Telf. 992005015

**Anexo 04: Instrumento Cadena de Custodia**

**CADENA DE CUSTODIA DE MUESTREO DE AGUA**

FECHA:  
23/09/2018

RAZON SOCIAL: Laboratorio Universidad Cesar Vallejo  
RESPONSABLE DE LA MUESTRA: Migue Jaramillo  
Jiménez  
DIRECCION: Avenida la Marina 2185 – Distrito de San  
Miguel

MUESTRA	MUESTREO		MEDIO			FRASCO		REQUERIMIENTO DE ANALISIS					OBSERVACIONES	
								IN SITU						LABORATORIO
								Turbidez(NTU)	O.D(mg/l)	C.E (uS/cm)	pH	T(C°)		Aceites y grasas
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														

Handwritten signature and official stamp of the laboratory, including the text 'Laboratorio Universidad Cesar Vallejo' and 'Cesar Vallejo'.

## Anexo 05: Instrumento Ficha técnica de levantamiento de información de laboratorio

### Ficha técnica de levantamiento de información de laboratorio

Fecha:

Responsable:

Ubicación del laboratorio:

Técnico de laboratorio:

#### 1. Elaboración del Óxido de Grafeno

##### Propiedades:

Estado Físico:

Forma:

Color:

##### Método empleado

Método de Hummers

##### Resultados

Cantidad total obtenida:

#### 2. Dosificación

Cantidad

1.5 gr/L

2.10 gr/L

3.20 gr/L

Tiempo de tratamiento

TIEMPO (20 minutos)			
Jarra 1			
Jarra 2			
Jarra 3			

TIEMPO (30 minutos)			
Jarra 1			
Jarra 2			
Jarra 3			



## Anexo 06: Instrumento Hoja de campo

### HOJA DE CAMPO

Numero de estación: \_\_\_\_\_

Muestreado por: \_\_\_\_\_

Origen de la fuente: \_\_\_\_\_

Descripción del punto de muestreo: \_\_\_\_\_

Distrito: \_\_\_\_\_

Provincia: \_\_\_\_\_

Distrito: \_\_\_\_\_

Fecha de muestreo: Día: \_\_\_\_\_ Mes: \_\_\_\_\_ Año: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Condiciones climáticas: \_\_\_\_\_

T ambiental °C: \_\_\_\_\_

Ubicación:

Tipo de coordenada	
Tipo de Proyección (Datum)	
Este (mt)	
Norte (mt)	
Altitud (msnm)	

  
E. P. RIZ

**Anexo 07:** Certificado de analisis de Aceites y grasas



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1820217**

**RUNA SOLUTIONS S.A.C.**

CALASUNCION MZA. C LOTE. 02 URB. EL PARRAL LIMA - LIMA - COMAS

ENV / LB-344627-004

Fecha de Recepción SGS : 25-09-2018

Fecha de Ejecución : Del 25-09-2018 al 27-09-2018

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
MUESTRA 1

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					MUESTRA 1
FECHA DE MUESTREO					25/09/2018
HORA DE MUESTREO					08:10:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL
SUBCATEGORIA					AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
<b>Análisis Físicoquímicos</b>					
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	150.3

**Emitted por SGS del Perú S.A.C.**

**Impreso el 27/09/2018**

Rocio J. Manrique Torres  
C.I.P. 138634  
Coordinador de Laboratorio



**Anexo 08: Potencial de Hidrogeno**

Dosis de óxido de Grafeno	Tiempo 1 (20minutos)		Tiempo 2 (30minutos)	
	pH Inicial	pH Final	pH Inicial	pH Final
D1	7.6	6.8	7.6	6.1
5 gr				
D2	7.6	6.5	7.6	6.46
10 gr				
D3	7.6	6.2	7.6	6.24
15 gr				

**Anexo 09: Oxígeno disuelto**

Dosis de óxido de Grafeno	Tiempo 1 (20minutos)		Tiempo 2 (30minutos)	
	OD Inicial	OD Final	OD Inicial	OD Final
D1	0.49 mg/l	246 mg/l	0.49 mg/l	467 mg/l
5 gr				
D2	0.49 mg/l	286 mg/l	0.49 mg/l	556 mg/l
10 gr				
D3	0.49 mg/l	264 mg/l	0.49 mg/l	587 mg/l
15 gr				

**Anexo 10: Conductividad eléctrica**

Dosis de óxido de Grafeno	Tiempo 1 (20minutos)		Tiempo 2 (30minutos)	
	CE Inicial	CE Final	CE Inicial	CE Final
D1	1085 us/cm	901 us/cm	1085 us/cm	891 us/cm
5 gr				
D2	1085 us/cm	898 us/cm	1085 us/cm	893 us/cm
10 gr				
D3	1085 us/cm	900us/cm	1085 us/cm	899us/cm
15 gr				

**Anexo 11: Turbidez**

Dosis de óxido de Grafeno	Tiempo 1 (20minutos)		Tiempo 2 (30minutos)	
	T Inicial	T Final	T Inicial	T Final
D1	1103 NTU	66.1 NTU	1103 NTU	60.54 NTU
5 gr				
D2	1103 NTU	66.28 NTU	1103 NTU	55.01 NTU
10 gr				
D3	1103 NTU	31.3 NTU	1103 NTU	32.43 NTU
15 gr				

## Anexo 12: Análisis de laboratorio, remoción de aceites y grasas



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Análisis de Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo

Los análisis de los parámetros fisicoquímicos que fueron tomadas después de haber realizado el tratamiento, estas fueron desarrolladas dentro de las instalaciones del laboratorio de fisicoquímica de la universidad Cesar Vallejo, los mismos que fueron trabajados por el Sr. Jaramillo Jimenez Miguel Romulo, bajo la supervisión del Químico Sr. Quintana Pactan, Sigfredo Alexander

Informe de resultados:

- Fecha de tratamiento: 24/10/2018
- Fecha de realización de los ensayos: 24/10/2018
- Numero de repeticiones por muestra: 18 repeticiones

Muestras	Dosis de Oxido de Grafeno	Tiempo de Remoción	Aceites y Grasas Inicial	Remoción de Aceites y Grasas
1				54.44 ppm
2		20 minutos		45.73 ppm
3				48.61 ppm
4	5 gramos			36.89 ppm
5		30 minutos		30.15 ppm
6				32.58 ppm
7				48.81 ppm
8		20 minutos		46.54 ppm
9	10 gramos		150.3 mg/l	48.63 ppm
10				34.41 ppm
11		30 minutos		32.57 ppm
12				35.54 ppm
13				29.76 ppm
14		20 minutos		25.30 ppm
15	15 gramos			34.96 ppm
16				25.45 ppm
17		30 minutos		24.68 ppm
18				26.67 ppm

Quintana Pactan, Sigfredo Alexander  
Químico

DNI 07491144

### Anexo 13: Análisis de laboratorio, parámetros fisicoquímicos



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO


### Análisis de Laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo

Los análisis de los parámetros fisicoquímicos tales como el pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez y temperatura fueron tomadas después de haber realizado el tratamiento mediante la prueba de jarra, estas fueron desarrolladas dentro de las instalaciones del laboratorio de fisicoquímica de la universidad Cesar Vallejo, los mismos que fueron trabajados por el Sr. Jaramillo Jimenez Miguel Romulo, bajo la supervisión del Químico Sr. Quintana Paetan, Sigfredo Alexander

Informe de resultados:

- Fecha de tratamiento: 23/10/2018
- Fecha de realización de los ensayos: 23/10/2018
- Numero de repeticiones por muestra: 18 repeticiones

DOSIS TIEMPO	pH		OD		C.E		TURBIDEZ		T°
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
5	20m	6.8		246 mg/l		901 us/cm		66.1 NTU	
	30m	6.1		467 mg/l		891 us/cm		60.54 NTU	
10	20m	7.6	0.49 mg/l	286 mg/l	1085 us/cm	898 us/cm	1103 NTU	66.28 NTU	20.1 C
	30m	6.46		556 mg/l		893 us/cm		55.01 NTU	
15	20m	6.2		264 mg/l		900 us/cm		31.3 NTU	
	30m	6.24		587 mg/l		899 us/cm		32.43 NTU	

  
 Quintana Paetan, Sigfredo Alexander  
 Químico  
 DNI 07491144

Anexo 12: Matriz de Consistencia

"REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS MEDIANTE ÓXIDO DE GRAFENO ARTESANAL EN EL CENTRO DE LAVADO "SPLASH" SAN MIGUEL – LIMA, 2018"								
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades de medida
¿Cuál es el efecto del óxido de grafeno artesanal en la remoción de aceites y grasas a una dosis mayor de 10 gramos y a un tiempo mayor a 10 minutos para el reciclaje de aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico "Splash", San Miguel - 2018?	Evaluar el efecto del óxido de grafeno artesanal en la remoción de aceites y grasas a una dosis mayor de 10 gramos y a un tiempo mayor a 10 minutos para el reciclaje de aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico "Splash", San Miguel - 2018	La aplicación del óxido de grafeno artesanal remueve aceites y grasas, a una dosis mayor de 10 gramos y a un tiempo mayor a 10 minutos para el reciclaje de aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash San Miguel – 2018.	Remoción Aceites y Grasas	TOAPANTA (st) indica que las grasas y aceites son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos procedentes de animal o vegetal por ejemplo los hidrocarburos del petróleo (p.1).	Para la Operalización de esta variable se considero las siguiente dimensiones: las condiciones de operación determinado por la turbidez, conductividad eléctrica y potencial de hidrogeno, igualmente la viscosidad de aceites y grasas el cual estará determinada por los siguientes indicadores: presión y temperatura las cuales se determinaron en laboratorio.	Viscosidad de aceites y grasas	Temperatura	°C
							Presión	hPa
						Condiciones de operación	Turbidez	NTU
							Conductividad eléctrica	µs/cm
Potencial de Hidrogeno	pH=log[H <sup>+</sup> ]							
Específicos	Específicos	Específicos	Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medida
¿Cuál es la dosis adecuada de óxido de grafeno artesanal que se debe emplear para la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash?	Determinar la dosis de óxido de grafeno que se debe emplear en la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash San Miguel.	La dosis adecuada que debe ser empleada en la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash es mayor a 10 gramos.	Aplicación de Óxido de Grafeno	Segun VARGAS (2011) indica que el óxido de grafeno es una estructura de red semi-aromática de átomos de carbono con hibridación sp <sup>2</sup> /sp <sup>3</sup> en función con grupos oxigenados (p. 18).	Para medir la aplicación del óxido de grafeno se considero la concentración de aceites y grasas, que a su vez fueron especificados por la Cantidad de aceites y grasas inicial y Cantidad de aceites y grasas final, además la dosis de óxido de grafeno, las características y condiciones del tratamiento, a través del tiempo de tratamiento, cantidades de grafeno (5, 10 y 20 gr/l), mediante la prueba de jarra y dosificación adecuada.	Dosis de óxido de grafeno	Cantidad baja de óxido de grafeno(5gr/l)	gr/l
							Cantidad media de óxido de grafeno (10gr/l)	gr/l
							Cantidad alta de óxido de grafeno (15gr/l)	gr/l
¿Cuál es la concentración removida de aceites y grasas mediante óxido de grafeno del agua residual del Centro de Lavado Automovilístico Splash?	Determinar la concentración de aceites y grasas removidas mediante óxido de grafeno del agua residual del Centro de Lavado Automovilístico Splash.	La aplicación de óxido de grafeno reduce la concentración de aceites y grasas en el agua residual del Centro de Lavado Automovilístico Splash.	Aplicación de Óxido de Grafeno	Segun VARGAS (2011) indica que el óxido de grafeno es una estructura de red semi-aromática de átomos de carbono con hibridación sp <sup>2</sup> /sp <sup>3</sup> en función con grupos oxigenados (p. 18).	Para medir la aplicación del óxido de grafeno se considero la concentración de aceites y grasas, que a su vez fueron especificados por la Cantidad de aceites y grasas inicial y Cantidad de aceites y grasas final, además la dosis de óxido de grafeno, las características y condiciones del tratamiento, a través del tiempo de tratamiento, cantidades de grafeno (5, 10 y 20 gr/l), mediante la prueba de jarra y dosificación adecuada.	Tiempo de remoción	20 minutos de tratamiento	Revoluciones por minutos(R. PM)
							30 minutos de tratamiento	
¿En que tiempo se produce la remoción de aceites y grasas de las aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash San Miguel?	Determinar el tiempo de remoción de aceites y grasas mediante óxido de grafeno de las aguas residuales del Centro de Lavado Automovilístico Splash San Miguel.	El tiempo de remoción de aceites y grasas en el agua residual del Centro de Lavado Automovilístico Splash es mayor a 10 minutos.	Aplicación de Óxido de Grafeno	Segun VARGAS (2011) indica que el óxido de grafeno es una estructura de red semi-aromática de átomos de carbono con hibridación sp <sup>2</sup> /sp <sup>3</sup> en función con grupos oxigenados (p. 18).	Para medir la aplicación del óxido de grafeno se considero la concentración de aceites y grasas, que a su vez fueron especificados por la Cantidad de aceites y grasas inicial y Cantidad de aceites y grasas final, además la dosis de óxido de grafeno, las características y condiciones del tratamiento, a través del tiempo de tratamiento, cantidades de grafeno (5, 10 y 20 gr/l), mediante la prueba de jarra y dosificación adecuada.	Concentración de aceites y grasas	Cantidad de aceites y grasas inicial	Partes por Millon (PPM)
							Cantidad de aceites y grasas final	



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Jaramillo Jimenez Miguel Romulo
D.N.I. : 70609802
Domicilio : Av. E. U. 1. Maria Jesus Espinoza
Teléfono : Fijo : Móvil 968827482
E-mail : migueljaramillojimenez@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Ambiental
Carrera : Ingeniería Ambiental
Título : Ingeniero Ambiental

[ ] Tesis de Post Grado

[ ] Maestría

Grado :
Mención :

[ ] Doctorado

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Jaramillo Jimenez Miguel Romulo

Título de la tesis:

Remoción de aceites y grasas mediante óxido de grafeno artesanal en el centro de lavado "Splash" San Miguel - Lima, 2018

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.




No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

[Handwritten signature]

Fecha : 06/05/2019

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS MEDIANTE ÓXIDO DE GRAFENO ARTESANAL EN EL CENTRO DE LAVADO "SPLASH" SAN MIGUEL - LIMA, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:  
MIGUEL ROMULO JARAMILLO JIMÉNEZ

ASESOR:  
DR. CÉSAR EDUARDO JIMÉNEZ CALDERÓN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
CALIDAD Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES

LIMA - PERÚ  
2018-II



  
Dr. César Eduardo Jiménez Calderón  
CIP. 42355

Resumen de coincidencias

14 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
3	repositorio.unheval.edu... Fuente de Internet	<1 %
4	Entregado a Pontificia - Trabajo del estudiante	<1 %
5	Entregado a Escuela P... Trabajo del estudiante	<1 %
6	Entregado a UNIV DE L... Trabajo del estudiante	<1 %
7	repositorio.lamolina.ed... Fuente de Internet	<1 %
8	cio.mx Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 78    Número de palabras: 14456    Text-only Report    High Resolution    Activado

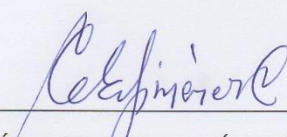
Yo, **Dr. CÉSAR EDUARDO JIMÉNEZ CALDERÓN**, docente de la Facultad de **Ingeniería** y Escuela Profesional de **Ingeniería Ambiental** de la Universidad César Vallejo **Filial - Lima Los Olivos**, revisor de la tesis titulada:

**"REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS MEDIANTE ÓXIDO DE GRAFENO ARTESANAL EN EL CENTRO DE LAVADO "SPASH" SAN MIGUEL - LIMA, 2018"** del estudiante **MIGUEL ROMULO JARAMILLO JIMENEZ**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **14 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender **EL INFORME DE INVESTIGACIÓN** cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 14 de diciembre de 2018



  
Dr. CÉSAR EDUARDO JIMÉNEZ CALDERÓN

DNI: 16436847

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





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

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

Yo, **MIGUEL ROMULO JARAMILLO JIMENEZ**, identificado con DNI N° **70609802**, egresado de la Escuela Profesional de **Ingeniería Ambiental** de la Universidad César Vallejo, autorizo (**X**), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **"REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS MEDIANTE ÓXIDO DE GRAFENO ARTESANAL EN EL CENTRO DE LAVADO "SPLASH" SAN MIGUEL – LIMA, 2018"**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:



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

MIGUEL ROMULO JARAMILLO JIMENEZ

DNI: **70609802**

FECHA: 14 de diciembre de 2018

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

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña) **MIGUEL ROMULO JARAMILLO JIMENEZ**, cuyo título es: "**REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS MEDIANTE ÓXIDO DE GRAFENO ARTESANAL EN EL CENTRO DE LAVADO "SPASH" SAN MIGUEL - LIMA, 2018**"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 15... (número) .... BUENA... (letras).

Los Olivos, de diciembre de 2018



.....  
**Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro**  
**PRESIDENTE**



.....  
**Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza**  
**SECRETARIO**



.....  
**Dr. César Eduardo Jiménez Calderón**  
**VOCAL**

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



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

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

LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTAN:

MIGUEL ROMULO JARAMILLO JIMENEZ

INFORME TITULADO:

REMOCIÓN DE ACEITES Y GRASAS MEDIANTE ÓXIDO DE GRAFENO ARTESANAL EN EL CENTRO DE LAVADO "SPASH" SAN MIGUEL – LIMA, 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 10/ diciembre 2018

NOTA O MENCIÓN: (15) QUINCE



[Firma]  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN