



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Uso de lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de  
agua, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniería Ambiental

AUTORAS:

Barrientos Contreras, Nilda Victoria (ORCID: 0000-0002-7956-8330)  
Gonzales Tineo, Rosmery Xilanga (ORCID: 0000-0001-9852-5427)

ASESOR:

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-8683-5054)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA- PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

A Dios como fuente primordial por ser el inspirador y concedernos las fuerzas necesarias para llegar hasta esta etapa y haber alcanzado nuestros objetivos.

A mis padres Soledad Contreras Moreno y Freddy Barrientos Chipana, por su cariño, amor, comprensión, su apoyo incondicional y esfuerzo económico que me brindaron durante todo el proceso de la carrera universitaria

Nilda Victoria

A Dios como fuente primordial por ser el inspirador y concedernos las fuerzas necesarias para llegar hasta esta etapa y haber alcanzado nuestros objetivos.

A mi madre Ana Tineo Villar, por su cariño, amor y comprensión que me dio durante todo el proceso de la carrera universitaria.

A mi padre Fredy Gonzales Rodríguez, por su apoyo incondicional y esfuerzo económico que me brindo durante toda la carrera profesional.

Rosmery Xilanga

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por darnos salud y bienestar, y permitirnos lograr todos nuestros deseos y anhelos en nuestra vida.

A nuestros padres por ser la pieza fundamental y habernos brindado su apoyo incondicional, pese a todas las adversidades que se presentaron durante el camino.

Le agradezco a nuestro asesor Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera por su tiempo, exigencia y paciencia durante el desarrollo de la tesis. A mi amigo Ebert por su conocimiento compartido.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
PÁGINA DEL JURADO .....	iv
DECLATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO.....	15
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	15
2.2. Operacionalización de variables.....	16
2.3. Población y muestra .....	18
2.3.1. Población .....	18
2.3.2. Muestra .....	18
2.3.3. Unidad de análisis.....	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	18
2.5. Procedimiento.....	20
2.6. Métodos de análisis .....	23
2.7. Aspectos éticos .....	23
III. RESULTADOS .....	24
IV. DISCUSIÓN .....	38
V. CONCLUSIONES .....	40
VI. RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS .....	50
ANEXO 1 Imágenes del procedimiento experimental .....	50
ANEXO 2 Ficha de propiedades de la lana .....	52

ANEXO 3 Ficha de pulverización de propiedades físicas del hidrocarburo (petróleo) .....	53
ANEXO 4 Ficha de capacidad de retención .....	54
ANEXO 5 Fichas de validación de instrumento.....	55
ANEXO 6 Análisis de las propiedades físicas de la lana .....	64
ANEXO 7 Análisis de las propiedades físicas de petróleo.....	65
ANEXO 8 Análisis de las características físicas, químicas y orgánicas del agua .....	67
ANEXO 9 Matriz de consistencia .....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Diámetro de lana según la raza de oveja .....	9
Tabla 2. Componentes del petróleo .....	10
Tabla 3. Instrumentos de validación .....	19
Tabla 4. Aplicación del proceso experimental.....	22
Tabla 5. Propiedades físicas de la lana .....	24
Tabla 6. Propiedades físicas del hidrocarburo (petróleo) .....	24
Tabla 7. Determinación de pH óptimo.....	25
Tabla 8. Determinación de la dosis óptima.....	26
Tabla 9. Determinación del tiempo óptimo .....	27
Tabla 10. Características físicas, químicas y orgánicas del agua: Muestra inicial .....	28
Tabla 11. Características físicas, químicas y orgánicas del agua: Muestra inicial con petróleo	28
Tabla 12. Características físicas, químicas y orgánicas del agua: Tratamiento con lana .....	29
Tabla 13. Prueba de normalidad de la capacidad de retención respecto a la dosis.....	30
Tabla 14. ANOVA de un factor de capacidad de retención respecto a la dosis. ....	31
Tabla 15. HSD de Tukey-Capacidad de retención respecto a la dosis .....	31
Tabla 16. Prueba de normalidad de la capacidad de retención respecto al tiempo.....	33
Tabla 17. ANOVA de un factor de capacidad de retención respecto al tiempo .....	34
Tabla 18. HSD de Tukey-Capacidad de retención respecto al tiempo .....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento para la determinación de la capacidad de retención de la lana de oveja raza Assaf.....	20
Figura 2. Proceso de la investigación .....	21
Figura 3. Gráfico de medias de capacidad de retención respecto a la dosis .....	32
Figura 4. Gráfico de medias de capacidad de retención respecto al tiempo.....	36
Figura 5. Medidas de las peceras .....	50
Figura 6. Medidas de las almohadillas.....	50
Figura 7. Llenado de las peceras con 1L de agua y 150mL de petróleo.....	50
Figura 8. Contacto de las almohadillas con el hidrocarburo y escurrimiento.....	51
Figura 9. Características físicas, químicas y orgánicas del agua .....	51

## RESUMEN

La presente investigación se basó en determinar el uso de la lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, y así recuperar las principales fuentes de aguas naturales que son contaminadas por las actividades industriales y antropogénicas. El petróleo es un líquido viscoso que puede ser de color amarillo, negro, rojizo o pardo. La lana es el pelo de la oveja que contiene queratina en un 20 a 25%, esta sustancia es hidrofóbica y permite la adsorción de los hidrocarburos. El tipo de investigación es aplicada con un diseño experimental. La población fue agua sintética compuesta por 6 L de hidrocarburo (petróleo) y 20 L de agua, y la muestra fue de 150 mL y 1 L, respectivamente. Para la evaluación de los indicadores se usa instrumentos como: Fichas de las propiedades de la lana, propiedades físicas del hidrocarburo (petróleo) y capacidad de retención. El tratamiento se realizó con diferentes dosis de lana (40g, 60g, 80g, 100g, 120g, 140g y 160g) en función del pH y del tiempo de contacto. Los resultados de retención máxima (94,1%) de hidrocarburos fueron alcanzados con una dosis de 120 g y un tiempo de contacto de 150 s. La caracterización de la lana mostró un diámetro de 36  $\mu\text{m}$ , la cual es considerada gruesa y no útil para la producción textil. Finalmente, se observó que la lana de oveja raza Assaf logró retener 94,103% de los hidrocarburos (petróleo) y podría aplicarse en fuentes de aguas contaminadas con dichos compuestos.

*Palabras Claves: capacidad de remoción, lana de oveja, petróleo*

## ABSTRACT

This research was based on determining the use of Assaf breed sheep wool to the removal of hydrocarbons (petroleum) in water bodies, to recover the main natural water sources contaminated by oil due to industrial and human activities. The petroleum is a viscous liquid that can be yellow, black, reddish or brown color. Wool is the hair of the sheep that contain between 20% and 25% of keratin; this substance is hydrophobic and allows the adsorption of hydrocarbons. The kind of research is applied with an experimental design, the population was synthetic water of 6L of hydrocarbon (petroleum) and 20L of water, and the samples were 150mL and 1L respectively. For the evaluation of the indicators, it was taken as instruments: Records of wool properties, physical properties of the hydrocarbon and retention capacity. The treatment was carried out with different doses of wool (40g, 60g, 80g, 100g, 120g, 140g and 160g) as a function of pH and the contact time. The results obtained of maximum removal (94.1%) of hydrocarbon were reaching with a dose of 120g and a contact time of 150s. The wool characterization showed a diameter of 36 microns which is considered thick and useless for the production textile. Finally, it was observed that Assaf breed sheep wool achieved the removal 94,103% of hydrocarbons and could be applied in sources of water contaminated with these compounds.

*Keywords: removal capacity, sheep wool, petroleum*

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se consumen 98,85 millones de barriles de petróleo por día, en nuestro país, la demanda de crudo en el Perú es de 175 mil barriles por día, teniendo en cuenta que solo se abastece a un 77% de la población, esta cifra va en aumento debido al crecimiento poblacional, solo en la Costa existe una demanda de un 70% (Costa centro un 42%, la Costa sur un 14% y la Costa norte un 14%), la Selva un 9% y la sierra con un 21% (OSINERGMIN, 2017).

Según la comisión investigadora multipartidaria para determinar las responsabilidades de los funcionarios y personas naturales e instituciones públicas y privadas que resultan responsables por los derrames de petróleo ocurrido en el Oleoducto Nor Peruano (2017), mencionó que durante el año 2014 y 2016 hubo múltiples derrames a nivel nacional. Gran parte de estos incidentes fueron provenientes de la empresa Petroperú, donde 15 756 barriles de petróleo fueron derramados, de los cuales solo se recuperó 12 143 barriles, generando así un área afectada de 1 599 963,6 m<sup>2</sup>.

Los derramamientos de petróleo en los cuerpos de agua generan muchas alteraciones en la composición física y química del agua, entre ellas la más relevantes, se tiene una disminución de oxígeno, un aumento de turbidez y disminución de materia orgánica, provocando que las especies acuáticas sean las más afectadas (Arenas, 2015).

En el Perú se generan aproximadamente 9 649 toneladas de lana ovina, cada ovino en edad adulta genera un aproximado de 2 kilos de lana de buena calidad, ubicando a nuestro país en el cuadragésimo productor de lana de ovino a nivel mundial (MINAGRI, 2015).

Por lo tanto, en esta tesis se buscó determinar el efecto del uso de la lana de oveja de raza Assaf para la remoción de hidrocarburos presentes en cuerpos de agua, y así tener una visión diferente para su reutilización. Además, por su cantidad de queratina (20-25% de su totalidad) y por el grosor que posee este, no es usada como fibra textil; a su vez este ovino solo es utilizado por su producción lechera y cárnica.

Expuesta la realidad problemática, se encontró a diversos autores a nivel internacional como nacional, donde se pudo ver el interés por la remoción de hidrocarburos en los cuerpos de agua. SALINAS, Pablo (2010), en su tesis titulada "*Producción de harina de plumas de pollo y su utilización como un absorbente de hidrocarburos en agua dulce*" realizada en Sangolquí, utilizó las plumas de pollo llevándola a un proceso de lavado, pasteurizado,

secado, triturado y tamizado para obtener la harina del adsorbente natural. Dosificó diferentes cantidades de harina de plumas de pollo con un tiempo de contacto de 5 y 15 minutos, utilizando 11g de harina por cada 25 mL de petróleo crudo el cual contamina un 5,75 L de agua con un reposo de 15 minutos, su capacidad de sorción fue de 2,60 g de hidrocarburo/ g de harina de plumas de pollo. Los parámetros físicos y químicos del agua fueron: DBO 5,69 mg/L, DQO es de 17,11 mg/L, O.D es de 5,06 mg/L y plomo, 0.20 mg/L y TPH después del tratamiento fue de 98 mg/L.

LEIVA, Jorge et al. (2012), en su artículo de investigación titulado "*Absorción de hidrocarburos en columnas rellenas con bagazo: una solución sostenible*" realizado en Cuba, estudiaron la eficiencia del bagazo de caña para absorber hidrocarburos. En su metodología, tomaron en cuenta el pre-tratamiento y la columna empacada con bagazo natural mediante ensayo gravimétrico, donde se concluyó que la absorción de hidrocarburos, grasas y aceites para el valor medio, mínimo y máximo fue de 1,8093; 1,6942 y 1,8869 g de diésel/g de bagazo, respectivamente. Además, diseñaron un prototipo (columna) piloto que tuvo como dimensiones 0,60 m altura y 0,104 m de diámetro, donde la remoción fue de 83,58 % para grasas y aceites y, el 85,82 % para hidrocarburos totales, utilizando 345 g de bagazo de caña de azúcar y un tiempo de absorción de 32h.

LEZAMA, Carlos et al. (2012), en su artículo de investigación "*Capacidad de retención de hidrocarburos empleando subproductos industriales*" realizado en México, aprovecharon sorbentes celulósicos y quitinosos. El cabello humano y el aserrín de pino fueron los que tuvieron una alta capacidad de sorción, y consecuentemente una recuperación más alta de combustible. Para obtener la capacidad de retención se basaron en el protocolo ASTM F-726, el cual indica la absorción que tienen estos materiales durante 1 y 15 minutos. En general los productos celulósicos y quitinosos tuvieron valores de retención en el aceite de girasol, aceite de motor y el diésel de 4,02; 5,33 y 3,39 g de combustible/g del material, respectivamente.

SALAZAR, Elizabeth (2012), en su tesis titulada "*Remoción de hidrocarburos mediante biopolímeros naturales: Efecto del tamaño de partícula*", utilizó 5 tamaños de plumas de 5, 7, 7, 10 y 13 cm con raquis de 0,63, 0,96, 1,20, 2,25 y 2,77 mm respectivamente. La pluma más pequeña fue recortada en trozos de 1cm y el resto de ellas fueron puestas enteras. Para determinar su capacidad de flotación estas fueron expuestas en agua salada y agua desionizada donde se apreció que las plumas recortadas en 1cm se hundieron y las demás

que fueron puestas enteras se mantuvieron a flote. Luego para determinar su capacidad de retención estas fueron expuestas con el hidrocarburo, las plumas cortadas en 1cm tuvieron una retención de 7g/g y 7,5 g/g en el agua salada y desionizada respectivamente, y para las plumas enteras su capacidad de retención fue de 2,6 g/g y 3,6 g/g para el agua desionizada y salada formando una capa gruesa que resulto fácil de retirarla.

MARTÍNEZ, Pastora et al. (2013), en su artículo de investigación titulado "*Caracterización y evaluación del bagazo de caña de azúcar como biosorbente de hidrocarburos*" realizado en Cuba, determinaron la capacidad de sorción del bagazo de caña de azúcar como biosorbente de hidrocarburos. En su metodología según la norma (ASTM F 726-99), tomaron en cuenta la caracterización del bagazo, donde se concluyó que para hallar la sorción de hidrocarburos tomaron 1 litro de agua destilada, se adicionó 1 gr de bagazo natural durante un tiempo de 15 minutos con concentraciones iniciales de: 0,5; 1; 1,5; 2; 3 y 4, luego fueron filtradas por escurrimiento en un tiempo de 1 hora, a 3 repeticiones de diferentes temperaturas (35°C y 45 °C); teniendo como resultado favorable una remoción de grasas, aceites de 98,5% e hidrocarburos totales de 94,8%.

ZHANG, Caili et al (2013), en su artículo de investigación titulado "*Adsorption of polycyclic aromatic hydrocarbons (Fluoranthene and anthracenemethanol) by functional graphene oxide and removal by pH and temperature-sensitive coagulation*" realizado en China, fabricaron un nuevo óxido de grafeno funcional con estabilidad fina en agua, mezclando óxido de grafeno (GO) y azul brillante (BB). El rendimiento de adsorción de la mezcla de BB y GO (BBGO) a hidrocarburos aromáticos policíclicos (antracenometanol (AC) y fluoranteno (FL)), indicaron que el BBGO tenía una capacidad de adsorción de 1,676 mmol / g y una eficacia de eliminación del 72,7% en cuanto a AC y el BBGO también tiene una capacidad de adsorción de 2,212 mmol / g y eficiencia de remoción de 93,2% en cuanto a FL. Después de la adsorción, utilizaron el método de pH y de coagulación sensible a la temperatura para eliminar el complejo AC / BBGO o FL / BBGO y resultó ser un método eficaz para flocular el complejo AC / BBGO o FL / BBGO en grandes flóculos, que tendían para ser eliminado de la solución acuosa.

CIUFU, Alina, VASILE, Timur y DOBRE, Tamase (2015), en su artículo "*Adsorption of crude oil using biosorbents in accidental oil spills*" realizado en la Universidad Politécnica de Bucarest, en Rumania. Utilizaron la torta de semillas de girasol, cascos de girasol, fibra

de polipropileno y musgo de turba como adsorbentes naturales. Para la prueba de capacidad de absorción se sometieron 5g de cada material en diferentes vasos precipitados con 50 mL de hidrocarburos, durante un tiempo de 20 segundos, donde las capacidades de retención del polipropileno, musgo de turba, casco de girasol y la torta de girasol fueron de 6,808; 3,450; 1,801 y 2,601 respectivamente. Los materiales ya mencionados, fueron sometidos en 200 mL de agua durante un tiempo de 15 minutos y 24 horas para determinar la flotabilidad, en cual se observó un excelente comportamiento por parte de los cascos de girasol, el polipropileno y el musgo de turba.

LUIS, Víctor (2015), en su tesis de Maestría en Ciencias Ambientales, titulado “*Biosorción de hidrocarburos solubles en agua mediante fracciones de la cáscara de coco*” realizada en San Luis de Potosí, determinó la eficiencia de remoción de hidrocarburos en soluciones acuosas empleando fracciones de cáscara de coco. Utilizó 0,05g de cascara de coco y de cascara de coco con fibra, para la fibra de coco se usó 0,015g. El volumen utilizado fue de 0,025L a una temperatura de 25°C con una agitación de 110-120 rpm. La fibra de coco obtuvo mayor capacidad de adsorción de 225 mg/g, 96 mg/g y 5,85 mg/g en benceno, tolueno y naftaleno respectivamente.

HAMOUDA, Raef, SOROUR Noha y YEHEIA, Dalia (2016), en su artículo de investigación “*Biodegradation of crude oil by Anabaena oryzae, Chlorella kessleri and its consortium under mixotrophic conditions*” elaborado en Egipto, realizaron la biorremediación usando el consorcio microalgas mixotróficas / cianobacteria de *Anabaena oryzae* y *Chlorella kessleri*. Cada *A. oryzae* y *C. kessleri* así como su consorcio podría crecer a diferentes concentraciones de petróleo crudo (0,5; 1 y 1,5%) en condiciones mixotróficas, determinando así el 1% de petróleo crudo para su concentración óptima para su crecimiento máximo de estos consorcios. El análisis de GC/MS (Concentraciones del crudo de compuestos alifáticos y aromáticos) mostró que algunos compuestos alifáticos tales como, 3-metil-decano, heptadecano, octadecano, nonadecano, docosano y tetracosano desaparecieron por completo cuando se incubó mixotróficamente a *A. oryzae* y *C. kessleri* con el petróleo crudo 1%. En general, sus resultados indicaron que *C. kessleri*, *A. oryzae* y su consorcio puede crecer mixotróficamente, y mejorar la biodegradación del petróleo crudo.

CASTILLO, Angela (2017), en su tesis titulada “*Adsorbentes naturales en la mitigación del impacto adverso causado por derrames de crudo en fuentes hídricas*” realizada en Bogotá, utiliza del bagazo de la caña de azúcar y la *Luffa cylindrica*, como adsorbentes naturales,

obteniendo una adsorción elevada en condiciones estáticas para el bagazo de caña de azúcar de 10,9 g de petróleo, luego de 45 minutos de contacto y para *Luffa cylindrica* la adsorción es de 8,70 g de petróleo, luego de 30 minutos de contacto con un espesor de capa de petróleo de 3mm.

DÍAZ, Laugeny et al. (2017), en su artículo “*Consortio microbiano autóctono para el tratamiento de aguas contaminadas con gasoil del puerto de isla de Toas*” realizado en Venezuela, aprovecharon los consorcios microbianos autóctonos (*chlorella* spp-bacterias) para el tratamiento de las aguas del puerto de Toas que aún se encuentran contaminadas con 1% v/v de gasoil, utilizaron 2 tratamientos, bioestimulado y bioaumentado, durante 70 días con un volumen de 20 L a condiciones controladas. Su concentración final de hidrocarburos totales de petróleo después del tratamiento aplicado sobrepasó los límites de su normativa venezolana. La remoción de los hidrocarburos aromáticos y saturados fue mayor a un 70% mediante el tratamiento bioaumentado. Dentro de este artículo se visualizó que estos consorcios microbianos autóctonos tienen un buen potencial de biorrecuperación de las aguas que están contaminadas con los derivados del petróleo.

TAKDASTAN, Afshin, KARDANI, Masoumeh y JANADELEH, Habib (2017), en su artículo titulado “*Removal of total petroleum hydrocarbons from polluted urban soils of the outskirts of Ahvaz, southwestern Iran*”, emplearon dos tratamientos para la eliminación de hidrocarburos en el suelo, uno con planta (zizanioides) y otro sin planta, los porcentajes de contaminación de los suelos fueron de 1%, 5% y 10%, los cuales fueron observados y evaluados durante 4 meses. Las cantidades de hidrocarburos presentes en la planta control de 1%, 5% y 10% fueron de 9027,40 mg/kg; 49599,03 mg/kg y 99548,28 mg/kg. Luego de 4 meses su cantidad de hidrocarburos en las diferentes concentraciones (1%, 5% y 10%) con la planta fueron de 126,43 mg/kg; 4463,92 mg/kg y 19611,50 mg/kg.

VILLEGAS, Juan et al. (2017), en su artículo de investigación titulado “*Crude oil removal from production water using nano-intermediates of a SiO<sub>2</sub> support functionalized with magnetic nanoparticles*” realizado en Colombia. Su objetivo fue desarrollar nanointermedios compuesto por SiO<sub>2</sub> funcionalizado con nanopartículas magnéticas para la remoción de hidrocarburos. La cantidad que removieron se registró en función del tiempo, las diferentes cinéticas de adsorción por el soporte de SiO<sub>2</sub>, las nanopartículas de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> y el nanointermedio, a una temperatura de 25°C y pH= 07, en concentraciones de 100, 300 y

500 mg/L, donde el tiempo requerido fue de 25 min, obtuvieron como resultado un 87% de remoción del nanointermedio y el soporte de SiO<sub>2</sub>.

ABANTO, Fernando (2018), en su tesis titulada “*Uso de la fibra de coco para la adsorción de diferentes muestras de hidrocarburos - agua y su relación con la salinidad y temperatura*” realizada en Perú, utilizó la fibra de coco para la adsorción de hidrocarburos en cuerpo de agua. Acondicionó la fibra de coco, la cual fue lavada, secado y luego pulverizada, sometiendo la fibra de coco pulverizada a los distintos hidrocarburos (Kerosene, diésel B5 y gasolina) para así determinar su capacidad de retención según la norma ATM F-726. Los tres hidrocarburos (Kerosene, diésel B5 y gasolina) tuvieron la máxima capacidad de adsorción a 50°C con una eficiencia de 93.93%, 85,88% y 98.76% para el kerosene, gasolina y diésel.

DÍAZ, Miguel et al. (2018), en su artículo de investigación titulado “*Material absorbente para recogida de hidrocarburos en derrames en aguas y suelos*” realizado en Cuba, removieron hidrocarburos utilizando el bagazo de caña de azúcar como absorbente natural. El tratamiento químico que utilizaron con peróxido de hidrogeno y sosa cáustica con 10 kg de bagazo en una concentración de 30 mg/L de hidrocarburos, la capacidad de absorción promedio fue de 4,32 y 5,13 g de hidrocarburo/g de absorbente para diésel y de 5,36 y 5,72 g de hidrocarburo/g de absorbente para crudo en un período de tiempo de 15 min y 24 h. Concluyendo, que el material evaluado presenta propiedades de hidrofobicidad.

ESPINO, Anamaría (2018), en su tesis titulada “*Uso de adsorbentes naturales (cabello humano y plumas de pollo) para reducir el petróleo en cuerpos de agua sintética, 2018*” utilizó 20 g de plumas de pollo y cabello humano. Para determinar su capacidad de retención de hidrocarburo se sometió el adsorbente natural en 5 tiempos (55 segundo, 2; 5; 8 y 11 minutos), dando como resultado que el cabello humano adsorbe 67,33 g de petróleo en 8 min y las plumas de pollo adsorben 102,0 g de petróleo en 5 min.

FLORES, Carlos et al. (2018), en su artículo de investigación titulado “*Chitosan-macroalgae biocomposites as potencial adsorbentes of wáter- soluble hydrocarbons: organic matter and ionic strength effects*” realizado en México, sintetizaron el quitosano, la pectina y la aplicabilidad de la biomasa de macroalgas para la eliminación de hidrocarburos solubles en el agua, utilizando 2,7g y 5,4 g de biomasa de macroalgas a una concentración

de 35mL de solución de hidrocarburos, a una temperatura de 25°C. El porcentaje de remoción de hidrocarburos aromáticos fue 75,4%.

LAZIM, Azwam et al. (2018), en su artículo “*Oil removal from water surface using reusable and absorptive foams via simple fabrication of liquid natural rubber (LNR)*” realizado en la Universidad Nacional de Malasia, prepararon una espuma de caucho natural (NR) macroporosa y oleofílica mediante el proceso de vulcanización, utilizando metanol (CH<sub>3</sub>OH) como disolvente en diferentes composiciones de agente de reticulación (dicloruro de disulfuro, S<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>). Modificaron el NR para reducir su peso molecular mediante el método de oxidación fotoquímica para producir caucho natural líquido (LNR). La capacidad de absorción de la espuma de LNR es similar al sorbente de fibra de algodón que absorbe la mayoría de los productos derivados del petróleo hasta 9,39 g/g. Los materiales porosos alcanzaron el límite de saturación dentro de los 5 minutos en los aceites de baja viscosidad y 15 minutos para los aceites de mayor viscosidad. En un sistema de aceite simulado, estas espumas macroporosas e hidrófobas de LNR mantuvieron su alta capacidad de absorción de aceite en el rango de 3,54 g/g a 9,39 g/g. Recuperaron el 90% del aceite absorbido. Las espumas de LNR fueron capaces de realizar hasta 20 ciclos de absorción, en el cual se demostró una buena reutilización. Este nuevo tipo de absorbente modificado con base natural tiene un gran potencial de ser comercializado.

ZAWRAH, Mahmoud, KHATTAB, Reham, y GADO, Reda (2018), en su artículo de investigación titulado “*Organo modified nanoclay/sawdust mixtures for hydrocarbon removal from water*” realizado en Egipto, modificaron las mezclas orgánicas de nanoclay OMNC y aserrín para la remoción de hidrocarburos en los cuerpos de agua. En su metodología, utilizaron la técnica de hinchamiento de la arcilla para determinar la capacidad de adsorción. Utilizaron 1 g de OMNC, seguidamente se añadió polvo de aserrín mezclada con 50 mL de hidrocarburo, luego se agito durante 5 minutos después de un período de sedimentación, obtuvieron un porcentaje de remoción de 97,32%.

JAMMET, Noor et al. (2019), en su artículo de investigación titulado “*Modified Jordanian zeolitic tuffin hydrocarbon removal from surface water*” realizado en Hungría, modificaron el Zeolítico Jordano originario del lugar para la adsorción de hidrocarburos. Determinaron la capacidad de hidrofobicidad del RZT (Zeolítico Jordano), aplicando la microemulsión de

cación en el proceso de desaluminación. Dando como resultado de capacidad de adsorción un 42,7% a comparación de los dos tipos de carbón activado que utilizaron.

ZHOU, Qingxiang et al. (2019), en su artículo de investigación “*Preparation and characterization of magnetic nanomaterial and its application for removal of polycyclic aromatic hydrocarbons*” realizado en la Universidad de Petróleo de China, en Beijing. Sintetizaron el  $Fe_3O_4$  para usar el nanomaterial magnético como removedor de hidrocarburos aromáticos cíclicos (PAHs). Para la adsorción, se añadió una porción del material magnético a unos 25 mL de soluciones PAHs con concentraciones de 2-20 mg/L, donde obtuvieron un porcentaje de remoción de 98% mediante experimentos de isoterma, durante un tiempo de una hora.

GARCÍA, Judit, PEÑAFIEL, Daniel y RODRÍGUEZ Remberto (2019), en su artículo de investigación titulado “*Bioremediación de hidrocarburos en aguas residuales con cultivo mixto de microorganismos: caso Lubricadora Puyango*” realizado en Ecuador, evaluaron el proceso de biorremediación de hidrocarburos totales en aguas residuales en cual, se aplicó un cultivo mixto de microorganismos degradadores de hidrocarburos *Acinetobacter sp.*, *Pseudomonas sp* y *Mycobacterium sp* en su forma sólida mediante la técnica de bioaumentación (aplicación directa de microorganismos). Durante 30 días se determinaron la concentración hidrocarburos totales del petróleo (TPH) favorable, obteniendo un 86% remoción en las primeras semanas, una mayor remoción de TPH fue en la tercera semana con un 92%.

DOMÍNGUEZ, Patricia (2017), en su tesis titulada “*Eficiencia del uso de plumas de pollo y aserrín para la remoción de diésel en el mar del Callao-2017*”. Utilizó las proporciones de 100-0, 75-25, 50-50, 25-75 y 0-100 g de pluma y aserrín respectivamente, en tiempos de 1, 2 y 3 minutos. Para determinar la capacidad de retención, realizando tres repeticiones por cada proporción. El tratamiento adecuado fue el de 75-25 g, puesto que obtuvo diésel residual de 77,858 mL. Los tratamientos 1 y 2 fueron los que obtuvieron una capacidad de retención de 44,333% y 36,056% respectivamente, los demás tratamientos obtuvieron porcentajes bajos en la retención de hidrocarburos, contando con un tiempo óptimo de 2 minutos.

Después de una breve revisión de los trabajos previos, como teorías relacionadas al tema de investigación, fue considerada la lana. **La lana** es conocida como el pelo de oveja, es

realmente compleja en su estructura química como en su variedad de formas. Ese material puede adecuarse a cualquier forma así sea aplicándole calor o humedad, puede también retener la humedad, pero en forma gaseosa, sin percibir la sensación de humedad (Alonso, 2015).

En el Perú destacan las siguientes razas con respecto a su diámetro, que se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** *Diámetro de lana según la raza de oveja (MINAGRI, 2015)*

Raza	Diámetro de fibra	Peso del vellón
Merino	18- 25 micras	3,5 – 4,3 kg
Criolla	20- 21 micras	1,5 kg
Corriedale	25- 31 micras	4,5 – 6,8 kg
Rambouillet	19- 24 micras	4,5 – 6,8 kg
Suffolk	26- 33 micras	1,8 – 3,6 kg
Assaf	32- 37 micras	2,6 kg

FLORES, Diego (2011), indicó que la lana es proveniente del vellón de la oveja, las cuales darán lugar a lanas de diferentes calidades, que presentan las siguientes características físicas como finura, color, brillo, porosidad, suavidad, absorción de humedad, resistencia, elasticidad, higroscopicidad, propiedades eléctricas y propiedades térmicas, dentro de sus propiedades químicas su primordial componente de la lana es la queratina que se encuentra en una porción de 20-25% de su totalidad, esta proteína le da la capacidad de estirarse y contraerse; también tiene a la suintina, que es parecida a la cera, está presente la lanolina que es una grasa fácil de purificar, donde su destino es para la elaboración de cosméticos.

Las características fisicoquímicas de la lana de oveja es la baja combustión (es decir no se incineran fácilmente), capacidad termodinámica (sirve de aislador), capacidad higroscópica, afinidad de colores, elasticidad y extensibilidad, resistencia a la fricción, óptica en el blanco lustroso y la resistente a ácidos (De Lucas, 2013).

También, es importante mencionar el uso actual de la lana, el crecimiento de la crianza de los ovinos y la producción de lana se visualiza ligeramente en aumento, sin embargo, la fibra natural textil más utilizada en el Perú es el algodón y la lana de alpaca.

El departamento de Puno, produce la mayor cantidad de lana del país, pero dicha producción se ve opacada, ya que los pobladores lo utilizan para consumo propio y artesanías locales. (MINAGRI, 2015).

A nivel internacional Australia, Nueva Zelanda y China son los principales productores y exportadores de lana, a pesar de la decadencia de que tuvo la lana en el año 1990, por la competitividad que trajo las fibras sintéticas, durante estos últimos 15 años, la producción de lana y el aumento de población de estos ovinos se disminuyó en un 15% (MINAGRI, 2015).

Otro de los componentes al tema de investigación es el petróleo. Según PARRA (2003), lo define como una combinación uniforme de compuestos orgánicos de hidrogeno y carbono, siendo un recurso natural, el cual genera energía a nivel mundial.

ROLDAN (2008), especifica que las características del petróleo son: aceitoso, tono amarillento con tendencia a ser de color negro y olor fuerte, densidad es de 0,8 y 0,95 kg/dm<sup>3</sup>, formado por carbono, hidrógeno, azufre, oxígeno y nitrógeno. Sus compuestos orgánicos son complejos y esta de forma líquida. Se emplea como fuente de energía, ya que cuenta con poder calorífico.

WAUQUIER (2004), indica que el crudo de petróleo es la sustancia más utilizada para refinar el petróleo, está compuesta por la combinación de diferentes hidrocarburos, en el cual se puede determinar, carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre. Su origen es de naturaleza animal y vegetal. Dentro de sus parámetros más importantes del petróleo se encuentra la viscosidad, contenido de agua, contenido de sedimentos, densidad y azufre.

Los compuestos del petróleo se detallan en la tabla 2.

**Tabla 2.** Componentes del petróleo (Wauquier, 2004)

<b>COMPUESTO</b>	<b>% PESO</b>
Carbono	84-87
Hidrógeno	11-14
Azufre	0-5
Nitrógeno	0-0,2
Oxígeno	0-0,5
<b>PARAMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>
Contenido de agua	0,05-3 %
Contenido de sedimentos	0,10-2 %

Azufre	0,05-5 %
Densidad	0,8-0,95 kg/dm <sup>3</sup>
Viscosidad	2-100 cSt

El derrame de petróleo es el vertido, descarga o liberación de hidrocarburo en el cuerpo de agua, ocasionado por un accidente o práctica inadecuada en oleoductos o gasoductos, el cual genera una alteración al medio ambiente (ORTIZ, 2016).

Las causas de derrame de petróleo, se debe a la salida del líquido o gas, provocada por el deterioro en la estructura metálica de los ductos, hendidura, emanación natural, impacto o defecto de fabricación (GUERRERO, 2014).

A nivel mundial se consumen 98,85 millones de barriles de petróleo al día, en nuestro país la demanda de crudo es 175 mil barriles por día (OSINERGMIN, 2017).

Las causas específicas del derrame son: la ruptura de los oleoductos y equipos, el deterioro tanto interno como externo de los ductos, negligencia humana, falla operativa y técnicas en las instalaciones de los ductos de petróleo y vibraciones en la tierra.

En los últimos años han ocurrido muchos derrames en el mundo, afectando directamente a la flora y fauna de las zonas, con consecuencias lamentables que pueden persistir en el tiempo, perjudicando así el desarrollo humano (CELIS, 2009).

El petróleo crudo afecta los ecosistemas marinos ocasionando diferentes daños como: la intervención en la fotosíntesis causando muerte por asfixia a las algas y plantas, el envenenamiento de organismos por absorción o fricción, muerte por el material tóxico (orgánicos volátiles) del petróleo en el agua, destrucción de la fuente alimenticia de las especies y destrucción del aislamiento térmico natural de los animales (Sever, 2005).

El derrame de petróleo perjudica radicalmente en las aves que en otra especie, con los diferentes problemas internos y externos causando su inminente muerte que son: hipotermia, ceguera y dificultad para volar. El daño a la población es a través de la cadena alimenticia, por la contaminación que afecta a los animales marinos como son los salmones, atunes o tiburones, en el que se le almacena el material toxico (Sever, 2005).

Según RAE (2018), indica que la remoción es la acción de mover, quitar o apartar algo de un sitio. En esta tesis lo que se removerá será el hidrocarburo de petróleo, utilizando la fibra de la lana Assaf.

Para remover el petróleo crudo será necesario identificar un absorbente donde nos basaremos en la metodología ASTM-F726, la cual indica que los absorbentes pueden dividirse según su estructura física, de la siguiente forma: absorbente tipo I: Se encuentran los rollos, mantas, tejidos, toallas, tapetes, absorbente tipo II: Son materiales sueltos, pueden ser retirados con palas o instrumentos dispersantes, como por ejemplo los musgos, el bagazo de caña y arcillas, absorbente tipo III: Son pequeños contenidos que se encuentran en redes o tejidos, para la permeabilidad de los hidrocarburos, como por ejemplo los cordones oleofilicos, colchonetas y almohadas y absorbente tipo IV: Son hilos de forma abierta que impiden el paso de los aceites o hidrocarburos de una viscosidad alta.

Dentro de los materiales absorbentes de petróleo se encuentran los absorbentes comerciales sintéticos elaborados de polipropileno o poliuretano. Su desventaja de los absorbentes sintéticos es su incapacidad de biodegradarse.

Los absorbentes naturales que en su mayoría son polímeros, materiales orgánicos y celulósicos, como el bagazo de caña, la fibra de coco, la paja o corcho de arroz, el aserrín, lana, plumas de pollo, musgo de turba y kapok. Estos absorbentes por ser naturales tienen una gran ventaja, pueden biodegradarse y son económicos, también posee una desventaja de una hidrofobicidad baja y menor tiempo de flotabilidad (Kamel y Sakhawy, 2011).

Luego de lo mencionado anteriormente, y en concordancia con la problemática ambiental sobre los derrames de petróleo se planteó como problema general; ¿De qué manera influye el uso de la lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, 2019?, a partir de ello se tiene como problemas específicos: ¿Cuáles son las propiedades físicas de la lana de oveja raza Assaf para la retención de los hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de agua?, ¿Cuál es la dosis óptima (40g, 60g, 80g, 100g, 120g, 140g y 160g) de la lana de oveja raza Assaf para la retención de los hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua? y ¿Cuál es el tiempo óptimo (30 s, 60 s, 90 s, 120 s, 150 s, 180 s y 210 s) de la lana de oveja raza Assaf para la retención de los hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de agua?

La justificación del estudio de este proyecto se centra en usar la lana proveniente del ovino de la raza Assaf para la retención de hidrocarburos en los cuerpos de agua, a su vez el uso de este adsorbente (la lana) es una solución a los problemas generados por el derramamiento de hidrocarburos. Esta alternativa es un método innovador ya que la lana del ovino tiene un enorme potencial de adsorción de humedad, el cual logra absorber de 4% a 20% de su peso, removiendo la mayor cantidad de hidrocarburos presentes en los cuerpos de agua.

En el aspecto ambiental se busca fomentar la reutilización de la lana Assaf, ya que no es usada como una fibra textil por ser considerado una lana de tipo gruesa, cuenta con un diámetro promedio de 37 micras y su peso del vellón es de 2,6 kg a comparación con otras especies. Al ser la lana un material orgánico y fibra natural tiende a degradarse en un tiempo menos de 1 año, logrando así retener entre un 50% a un 70% de hidrocarburos en cuerpos de agua.

En nuestro país en los últimos años se ha producido múltiples derrames de hidrocarburos y sus derivados, donde 15 756 barriles de petróleo fueron derramados, de los cuales solo se recuperó 12 143 barriles, generando así un área afectada de 1599963,6 m<sup>2</sup>. La presente investigación busca remover la mayor cantidad de hidrocarburos derramados en los cuerpos de agua debido a la baja cantidad de hidrocarburos recuperados, ya que los métodos usados para la remoción de hidrocarburos no son 100% eficaces.

Es un método novedoso y rentable, ya que, a comparación de otras metodologías para remover los hidrocarburos en cuerpos de agua, este llega a ser un método de bajo costo. La lana del ovino de la raza Assaf, es desechada durante la esquila, así mismo este ovino es considerado de aptitud lechera y cárnica. Esta materia prima al ser un residuo generados por los ganaderos tiene un costo económicamente bajo y es de fácil adquisición.

Asimismo, se pretende concientizar a los ganaderos de ovinos raza Assaf, sobre el desecho que obtienen de la lana durante la esquila de estos ovinos, para que ellos puedan reutilizar la lana desechada como una alternativa ambiental para derrames de petróleo en los cuerpos de agua en corto tiempo, evitando así que este líquido tóxico se propague y afecte a la flora y fauna del lugar donde se desee emplear este método de remoción de hidrocarburos.

Los objetivos planteados en el presente trabajo, guardan relación con los problemas que se plantearon, teniendo como objetivo general, determinar el uso de la lana de oveja raza Assaf para retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua y como objetivos

específicos: Determinar las propiedades físicas de la lana de oveja raza Assaf para la retención de los hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de agua, determinar la dosis óptima (40g, 60g, 80g, 100g, 120g, 140g y 160g) de lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua y por último determinar el tiempo óptimo (30 s, 60 s, 90 s, 120 s, 150 s, 180 s y 210 s) de la lana de oveja raza Assaf para la retención de los hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de agua.

Dentro de la investigación se planteó como hipótesis general: La lana de oveja raza Assaf logró la retención de los hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, 2019, y como hipótesis nula la lana de oveja raza Assaf no logró la remoción los hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, 2019, así mismo se determinaron como hipótesis específicas, entre ellas: La dosis óptima es de 120 gr de lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua y por último el tiempo óptimo fue 180 s para la retención de hidrocarburos en los cuerpos de agua.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Tipo y diseño de investigación**

El tipo de investigación es aplicada con un enfoque cuantitativo. Hernández (2014), menciona que una investigación del tipo de enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio ya que no podemos excluir ningún paso.

El diseño de investigación es experimental con pre-prueba y post prueba.

HERNANDEZ (2014), explica que una investigación de diseño experimental es donde se emplea una o varias variables independientes, teniendo un diseño de pre-prueba y uno de post-prueba.

Para realizar los diferentes análisis de las muestras se llevó a cabo 2 pruebas para obtener la capacidad de retención de la lana de oveja raza Assaf antes y después de implementar el hidrocarburo en el cuerpo de agua.

El desarrollo del estudio del uso de la lana de oveja raza Assaf para la remoción de hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de agua, es de un nivel explicativo.

HERNÁNDEZ (2014), indica que un estudio de nivel explicativo va más allá de la descripción de los conceptos de diferentes fenómenos o del establecimiento de las relaciones entre los conceptos, es decir que están dirigidos a responder las causas de los diferentes eventos, se centra en explicar por qué sucede dichos fenómenos y cómo se manifiestan y el por qué se relacionan las variables.

## 2.2. Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD
Uso de la lana de oveja raza Assaf	La lana es conocida como el pelo de oveja, es realmente compleja en su estructura química como en su variedad de formas, la lana puede adecuarse a cualquier forma así sea aplicándole calor o humedad, puede también retener la humedad, pero en forma gaseosa es decir en vapor, sin que esta nos haga tener una sensación de humedad. (Alonso, 2015)	Se determinó las propiedades físicas de la lana, luego se realizó el tratamiento con 1L de agua, al cual se le adicionó 150 mL de hidrocarburo, para poder determinar la dosis adecuada de lana y el tiempo óptimo de contacto para la retención de hidrocarburo presentes en el agua.	Propiedades físicas de la lana de oveja raza Assaf	Absorción de humedad	%
				Tiempo de Flotabilidad	min
				Diámetro	$\mu\text{m}$
				Densidad Real	$\text{g}/\text{cm}^3$
				Densidad Aparente	$\text{g}/\text{cm}^3$
				Porosidad	$\text{g}/\text{cm}^3$
				Finura	Lana fina
			Lana entrefina		20-27 $\mu\text{m}$
			Lana gruesa		28 $\mu\text{m}$ a más
			Dosis óptima de lana	40	g
				60	
				80	
				100	
				120	
				140	
				160	
			Tiempo óptimo para la remoción	30	s
60					
90					
120					
150					
180					

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD
Retención de hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de agua	PARRA (2003), define que el petróleo es una combinación uniforme de compuestos orgánicos de hidrogeno y carbono, siendo un recurso natural, el cual genera energía a nivel mundial.	Se realizó 3 repeticiones para determinar la retención hidrocarburo (petróleo) en cuerpos de agua. La capacidad de retención fue calculada con la formulación: $CR = \frac{mt - mo}{mo} \times 100$ Dónde: CR = Capacidad de retención. mt= Peso del sorbente impregnado de combustible (g). m0= Peso del sorbente seco (g).	Propiedades físicas del hidrocarburo (petróleo)	Densidad	Kg/m <sup>3</sup>
				Viscosidad	cSt
				Gravedad API	API
				Análisis elemental	%N, %C, %H, %S y %O
			Parámetros físicos, químicos y orgánicos del agua	Temperatura	°C
				pH	0-14
				Conductividad	µS/cm
				DQO	mg/L
				DBO <sub>5</sub>	mg/L
			Hidrocarburos de petróleo totales TPH	mg/L	
Capacidad de retención		$CR = \frac{mt - mo}{mo} \times 100$	%		

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

Se consideró como población los 6 litros de hidrocarburo (petróleo) y 20 litros de agua sintética.

### **2.3.2. Muestra**

La muestra fue de 150 mililitros de hidrocarburo (petróleo) y 1 litro de agua sintética.

### **2.3.3. Unidad de análisis**

El estudio tiene como unidad de análisis al hidrocarburo (petróleo) en el cuerpo de agua, al cual se le aplicará la lana como tratamiento de remoción del petróleo.

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

### **2.4.1. La Técnica**

La técnica a emplearse en el presente estudio es la observación:

CERDA (1991), menciona que la investigación es uno de los métodos más usados en la actualidad ya que cumple con los lineamientos del método científico, mediante la cual el investigador tiene la completa potestad de evaluar y manejar la metodología a su criterio, debido a que la principal finalidad de esta técnica es describir e interpretar la información obtenida y brindada durante el proceso de la investigación, logrando así que el investigador priorice sus objetivos en el estudio, mediante el uso de perspectiva e interpretación.

### **2.4.2. Instrumentos**

- Ficha de propiedades de la lana de oveja raza Assaf: En esta ficha (Anexo 2) se evalúan datos como la absorción de humedad, el tiempo de flotabilidad, el diámetro, la finura de la lana, densidad real, densidad aparente y porosidad.
- Ficha de propiedades físicas del hidrocarburo (petróleo): En esta ficha (Anexo 3) se detallan datos como la densidad, la viscosidad, gravedad API, análisis elemental (%N, %C, %H, %S y %O)

- Ficha de capacidad de retención: En esta ficha (Anexo 4) se determina la capacidad de retención de petróleo por la lana, según el tratamiento empleado.

### 2.4.3. Validez y confiabilidad del instrumento

Para garantizar la validez y confiabilidad de esta investigación, los instrumentos fueron sometidos a la revisión y evaluación a criterio de 3 especialistas en el tema. Las fichas validación se encuentran anexadas en el trabajo de investigación (Tabla 3).

HERNANDEZ (2014), define que la validez indica que tan apropiado es el tipo de muestreo que se utiliza mediante las diferentes pruebas, con la que se desea medir. Para ello se tiene un juicio de expertos, que tienen un criterio adecuado y conocimiento arduo sobre el tema, que son personas calificadas que dan información, evidencias y valoraciones.

QUERO (2010), indica que la confiabilidad es aquella que consta de ausencia de errores de medición dentro de un instrumento de medida, ya que tiene resultados coherentes y firmes.

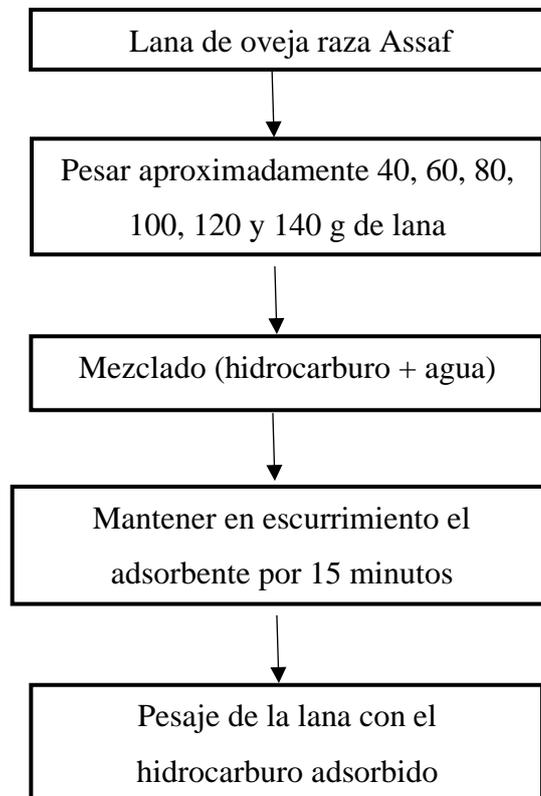
MUÑOZ (2012), da a conocer que toda investigación cuantitativa necesita utilizar fichas de datos como instrumentos de evaluación, siendo elaboradas estas fichas por los propios investigadores.

**Tabla 3.** *Instrumentos de validación*

JURADO	PORCENTAJE DE VALIDACIÓN (%)		
	Ficha de propiedades de la lana	Ficha de propiedades físicas del hidrocarburo (petróleo)	Ficha de capacidad de retención
Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio	85%	85%	85%
Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto	95%	95%	95%
Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales	95%	95%	95%
PROMEDIO	91,667%	91,667%	91,667%

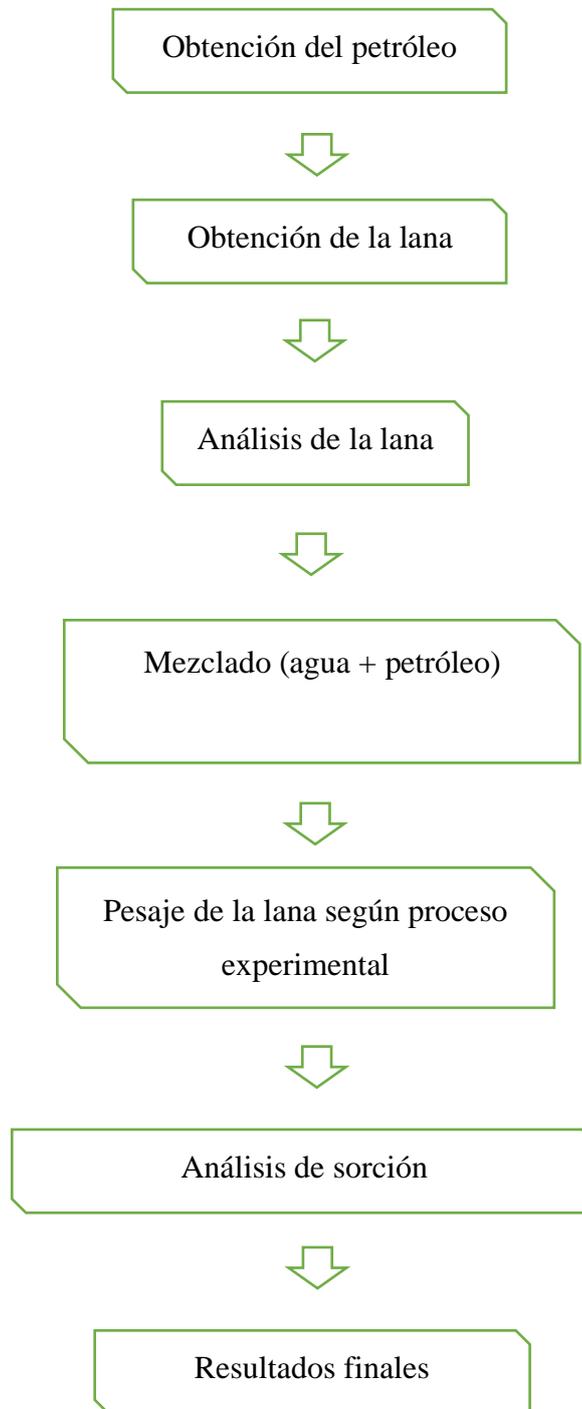
## 2.5. Procedimiento

- La lana de oveja fue adquirida en el tiempo de esquila en la provincia de Andahuaylas en el distrito de Pampachiri.
- Se procedió a elaborar una pecera cuyas medidas fueron 20 cm de largo, 15 cm de ancho y 15 cm de alto (Figura 5).
- Para realización de las almohadillas se hizo uso de la tela de tocuyo con medidas de 15 cm de largo y 10 cm de ancho, pesadas previamente. (Figura 6).
- Luego se llenó las peceras con 1 L de agua sintética dentro del laboratorio de la UCV con 150 mL de petróleo (Figura 7).
- Se utilizó 8 peceras con la mezcla de agua sintética y petróleo con pH de 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 y 12, con 60 gr de lana con un tiempo de 1 minuto de contacto, para así poder determinar el pH óptimo (Figura 8).
- Obtenido el pH óptimo se procedió a determinar la dosis óptima con pesos diferentes como se muestra en las siguientes figuras.



**Figura 1.** Procedimiento para la determinación de la capacidad de retención de la lana de oveja raza Assaf

En la Figura 2 se detalla el proceso de la investigación.



**Figura 2.** Proceso de la investigación

**Tabla 4.** *Aplicación del proceso experimental*

<b>Tratamiento</b>	<b>Dosis</b>	<b>Cantidad de lana + petróleo + H<sub>2</sub>O</b>
	T1	40 gramos de lana + 150 ml de petróleo + 1L de H <sub>2</sub> O
	T2	60 gramos de lana + 150 ml de petróleo + 1L de H <sub>2</sub> O
	T3	80 gramos de lana + 150 ml de petróleo + 1L de H <sub>2</sub> O
	T4	100 gramos de lana + 150 ml de petróleo + 1L de H <sub>2</sub> O
	T5	120 gramos de lana + 150 ml de petróleo + 1L de H <sub>2</sub> O
	T6	140 gramos de lana + 150 ml de petróleo + 1L de H <sub>2</sub> O
	T7	160 gramos de lana + 150 ml de petróleo + 1L de H <sub>2</sub> O

La dosis óptima de la lana obtenida (120 g) se puso en contacto con el petróleo con tiempos diferentes de 30 s, 60 s, 90 s, 120 s, 150 s, 180 s y 210 s, para así determinar el tiempo óptimo para la retención de petróleo, así mismo se determinó las propiedades organolépticas del agua donde se especificará la concentración de TPH antes y después del tratamiento (Figura 9).

## **2.6. Métodos de análisis**

El presente estudio obtuvo información mediante el uso de las fichas, en las cuales se detallan todos los parámetros a evaluarse durante el proceso de investigación, los resultados obtenidos serán procesados en programas de características matemáticas, como el excel y el spss (ANOVA), donde se ingresó los datos provenientes de los anexos 2, 3 y 4.

## **2.7. Aspectos éticos**

La presente investigación titulada “Uso de la lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, 2019” respetó el reglamento de investigación, código de ética, la resolución rectoral N°0089-2019/UCV de la Universidad César Vallejo y se basó en el cumplimiento de la resolución de consejo universitario N°0126-2017/UCV, manejando adecuadamente la información y la propiedad intelectual de los autores. En el desarrollo del proyecto se consideró el cuidado del ambiente como un factor principal. También la tesis fue sometida al software Turnitin, para verificar su originalidad.

### III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos, son presentados de acuerdo a los objetivos planteados:

#### 3.1. Propiedades físicas de la lana de oveja raza Assaf para la retención de los hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de agua.

Estos análisis fueron realizados en el laboratorio de Universidad de ingeniería (Anexo 5)

**Tabla 5.** *Propiedades físicas de la lana*

Porcentaje de humedad (%)	16,48
Flotabilidad	Si
Diámetro ( $\mu\text{m}$ )	36 micras
Finura ( $\mu\text{m}$ )	gruesa
Densidad real ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0,19
Densidad aparente ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0,06
Porosidad ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0,68

En la Tabla 5, se detalló las propiedades físicas de la lana, observándose una humedad de 16,48%, un diámetro de 36  $\mu\text{m}$ , una densidad real de 0,19  $\text{g}/\text{cm}^3$ , una densidad aparente de 0,06  $\text{g}/\text{cm}^3$  y una porosidad de 0,68  $\text{g}/\text{cm}^3$ .

#### 3.2. Características físicas del petróleo

Estos análisis fueron realizados en el laboratorio de Universidad Nacional Agraria La Molina y la Universidad Nacional de Ingeniería (Anexo 6)

**Tabla 6.** *Propiedades físicas del hidrocarburo (petróleo)*

Densidad ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	82,9				
Viscosidad (cSt)	2,98				
Gravedad API	39,00				
Análisis elemental	%N	%C	%H	%S	%O
	0,12	72,09	11,59	<0,1	1,85

En la Tabla 6, se detalló el porcentaje de composición elemental del petróleo teniendo 0,12 %N, 72,09 %C, 11,59 %H, <0,1%S y 1,85 %O y sus propiedades físicas del petróleo, donde se obtuvo una densidad de 829,9  $\text{kg}/\text{m}^3$ , viscosidad de 2,98 cSt y gravedad de 39 API.

### 3.3. Resultados del pH óptimo

**Tabla 7.** *Determinación de pH óptimo*

pH	Peso de 150 mL de petróleo (g)	Cantidad de agua sintética (mL)	Absorbente natural seco (g)	Absorbente natural impregnado (g)	Cantidad total de petróleo absorbido	Capacidad de retención	% Capacidad de retención
4	120	1000	60	112,74	52,74	0,879	87,900
5	120	1000	60	112,61	52,61	0,877	87,683
6	120	1000	60	112,03	52,03	0,867	86,717
7	120	1000	60	112,76	52,76	0,879	87,933
8	120	1000	60	115,03	55,03	0,917	91,717
9	120	1000	60	114,07	54,07	0,901	90,117
11	120	1000	60	114,15	54,15	0,903	90,250
12	120	1000	60	114,21	54,21	0,904	90,350

En la Tabla 7, se detalló la cantidad de petróleo absorbido en los diferentes pH (4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 y 12), durante un tiempo de contacto de 1 min y de escurrimiento de 15 min. Los mejores resultados fueron alcanzados en pH 8, obteniendo mayor capacidad de retención de petróleo de 91,717%.

### 3.4. Resultados de la dosis óptima

**Tabla 8.** *Determinación de la dosis óptima*

Dosis (g)	Absorbente natural impregnado (g)	Cantidad total de petróleo absorbido (g)	Capacidad de retención (%)	Promedio de la Capacidad de retención (%)
40	47,82	7,82	19,550	19,358
	47,76	7,76	19,400	
	47,65	7,65	19,125	
60	115,06	55,06	91,767	91,722
	115,01	55,01	91,683	
	115,03	55,03	91,717	
80	137,11	57,11	71,388	71,346
	137,04	57,04	71,300	
	137,08	57,08	71,350	
100	167,27	67,27	67,270	67,347
	167,34	67,34	67,340	
	167,43	67,43	67,430	
120	230,8	110,8	92,333	92,319
	230,76	110,76	92,300	
	230,79	110,79	92,325	
140	255,99	115,99	82,850	82,855
	256,03	116,03	82,879	
	255,97	115,97	82,836	
160	255,25	95,25	59,531	59,596
	255,43	95,43	59,644	
	255,38	95,38	59,613	

En la Tabla 8, se detalló la cantidad de petróleo absorbido en las diferentes dosis (40, 60, 80, 100, 120, 140 y 160 g), a pH óptimo de 8 con un tiempo de contacto de 1 min, donde la dosis óptima fue 120 g, obteniendo la mayor capacidad de retención de petróleo en las tres repeticiones.

### 3.5. Resultados del tiempo óptimo

**Tabla 9.** *Determinación del tiempo óptimo*

Tiempo	Absorbente natural seco (g)	Absorbente natural impregnado (g)	Cantidad total de petróleo absorbido	Capacidad de retención (%)	Promedio de la Capacidad de retención (%)
30 s	120	154,67	34,67	28,892	28,892
	120	154,71	34,71	28,925	
	120	154,63	34,63	28,858	
60 s	120	230,8	110,8	92,333	92,319
	120	230,76	110,76	92,300	
	120	230,79	110,79	92,325	
90 s	120	230,90	110,9	92,417	92,370
	120	230,88	110,88	92,400	
	120	230,75	110,75	92,292	
120 s	120	231,65	111,65	93,042	93,058
	120	231,66	111,66	93,050	
	120	231,70	111,70	93,083	
150 s	120	232,92	112,92	94,100	94,103
	120	232,89	112,89	94,075	
	120	232,96	112,96	94,133	
180 s	120	231,99	111,99	93,325	93,289
	120	231,80	111,80	93,167	
	120	232,05	112,05	93,375	
210 s	120	228,76	108,76	90,633	90,636
	120	228,81	108,81	90,675	
	120	228,72	108,72	90,600	

En la Tabla 9, se detalló la cantidad de petróleo absorbido en los diferentes tiempos (30 s, 60 s, 90 s, 120 s, 150 s, 180 s y 210 s), a una cantidad óptima de 120 g, siendo el mejor tiempo de 150 s, obteniendo mayor capacidad de retención de petróleo.

### 3.6. Características físicas, químicas y orgánicas del agua: Muestra inicial y muestra con petróleo

#### 3.6.1. Características físicas, químicas y orgánicas del agua: Muestra inicial

**Tabla 10.** *Características físicas, químicas y orgánicas del agua: Muestra inicial*

	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	pH (0-14)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	TPH (mg/L)
Muestra inicial	25,1	633	7,4	4,3	20	<0,01

En la Tabla 10, se detalló las características físicas y químicas del agua de la muestra inicial antes del tratamiento.

#### 3.6.2. Características físicas, químicas y orgánicas del agua: Muestra inicial con petróleo

**Tabla 11.** *Características físicas, químicas y orgánicas del agua: Muestra inicial con petróleo*

	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	pH (0-14)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	TPH (mg/L)
Muestra inicial con petróleo	24,9	633	8	800	1700	750

En la Tabla 11, se detalló las características físicas y químicas del agua con petróleo antes del tratamiento.

### 3.7. Características físicas, químicas y orgánicas del agua: Tratamiento con lana.

**Tabla 12.** Características físicas, químicas y orgánicas del agua: Tratamiento con lana

Tiempo	Temperatura (°C)	Conductividad (μS/cm)	pH (0-14)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	TPH (mg/L)
30 s	23,9	566	7,9	448	801	267
	23,9	569	7,9	443	807	265
	23,8	567	7,9	443	805	265
60 s	24	542	8	425	781	216
	23,9	541	7,8	423	787	214
	24	543	7,9	423	783	214
90 s	24	505	7,9	382	628	130
	23,9	503	8	376	634	124
	24	505	7,8	376	633	124
120 s	23,8	500	7,8	327	549	87
	23,7	501	8	321	552	85
	23,8	501	7,8	321	553	90
150 s	23,8	565	7,9	174	234	55
	23,8	563	8	171	237	52
	23,7	564	7,8	168	231	49
180 s	23,7	506	7,9	335	546	95
	23,8	503	8	336	548	95
	23,7	504	7,9	333	542	95
210 s	22,9	577	8,1	286	427	82
	22,8	574	8	288	423	82
	22,8	576	8,1	291	429	80

En la Tabla 12, se detalló las propiedades físicas y químicas del agua después de la aplicación del tratamiento, observándose que en el tiempo óptimo de 150s la cantidad de TPH (Hidrocarburos totales de petróleo) disminuyo a 49 mg/L.

### 3.8. Contraste de hipótesis

#### 3.8.1. Prueba de normalidad, ANOVA y HSD Tukey de la dosis óptima

##### 3.8.1.1. Prueba de normalidad

**Tabla 13.** Prueba de normalidad de la capacidad de retención respecto a la dosis

Dosis	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Dosis-40g	,243	3	.	,972	3	,679
Dosis-60g	,217	3	.	,988	3	,791
Dosis-80g	,203	3	.	,994	3	,850
Dosis-100g	,200	3	.	,995	3	,862
Dosis-120g	,296	3	.	,919	3	,448
Dosis-140g	,257	3	.	,961	3	,620
Dosis-160g	,281	3	.	,936	3	,513

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2019.

#### Hipótesis: probaremos

Ho: Los datos obtenidos de la capacidad de retención siguen una distribución normal.

Ha: Los datos obtenidos de la capacidad de retención no siguen una distribución normal.

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

Si  $p\text{-valor} < \alpha$ : rechaza Ho

Si  $p\text{-valor} > \alpha$ : no rechaza Ho

Donde p-valor son los niveles de significancia (Sig)

Se obtuvo **p-valores** de: 0.679, 0.791, 0.850, 0.862, 0.448, 0.620 y 0.513, donde  $\alpha$  de: 0.05

#### Decisión

Por la obtención de **p-valores** mayores que  $\alpha$ , la **Ho** no se rechaza, en conclusión, los datos de la capacidad de retención obedecen a un comportamiento de distribución normal. Donde se consideró valores estadísticos de significancia de

Shapiro-Wilk por ser muestras pequeñas (< 50). Aseverando que los datos se mantienen dentro de un rango de 95% de confiabilidad.

### 3.8.1.2. Prueba de ANOVA

En la siguiente tabla los grados de libertad (gl) de inter grupos es el número de dosis aplicadas disminuidas en 1, para el total se refiere a la cantidad de muestras totales disminuida en 1, por ende los entra grupos vienen hacer la diferencia de ellos.

**Tabla 14.** ANOVA de un factor de capacidad de retención respecto a la dosis.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	11438,052	6	1906,342	219439,252	,000
Intra-grupos	,122	14	,009		
Total	11438,173	20			

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2019.

En la Tabla 14, se observó la prueba estadística ANOVA de un factor para determinar la diferencia significativa de medias de la capacidad de retención, respecto a las dosis de lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua.

### 3.8.1.3. Prueba de HSD Tukey

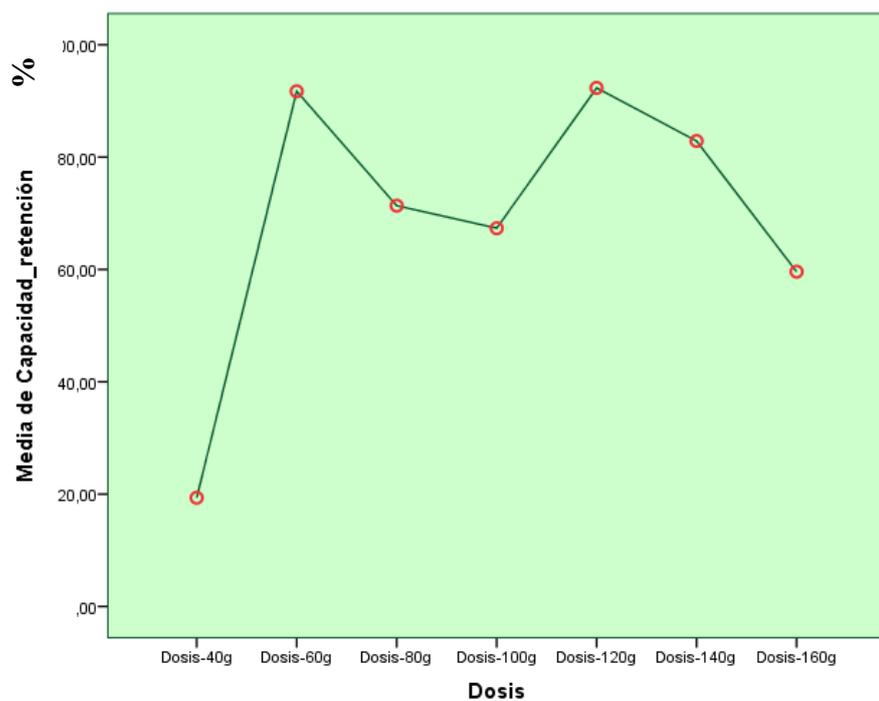
**Tabla 15.** HSD de Tukey-Capacidad de retención respecto a la dosis

Dosis	N	Subconjunto para alfa = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
Dosis-40g	3	19,3583						
Dosis-160g	3		59,5960					
Dosis-100g	3			67,3467				
Dosis-80g	3				71,3460			
Dosis-140g	3					82,8550		
Dosis-60g	3						91,7223	
Dosis-120g	3							92,3193
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2019.

En la Tabla 15, se observó la prueba de HSD Tukey respecto a la capacidad de retención que permitió determinar la dosis óptima (40g, 60g, 80g, 100g, 120g, 140g y 160g) de lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, donde nos indicó las diferencias de medias. De modo que, la aplicación de la dosis de 120 g respecto a la capacidad de retención, presentó la mayor diferencia de medias (92,31930). Demostrándose que es la dosis óptima.

En la Figura 3 se muestra el gráfico de medias de capacidad de retención respecto a la dosis.



*Figura 3.* Gráfico de medias de capacidad de retención respecto a la dosis

### **Prueba de hipótesis específica 1**

#### **Hipótesis: probaremos**

H<sub>0</sub>: La dosis de 120 g de lana de oveja raza Assaf no es óptima para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua

H<sub>a</sub>: La dosis de 120 g de lana de oveja raza Assaf es óptima para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua.

### Estadística y región crítica de la prueba:

Si  $p\text{-valor} < \alpha$ : rechaza  $H_0$

Si  $p\text{-valor} > \alpha$ : no rechaza  $H_0$

Se obtuvo **p-valor** de: 0.000, donde  **$\alpha$**  de: 0.05

### Contrastación de hipótesis específica 1

Analizados los resultados obtenidos, mediante el IBM SPSS Statistics 23, indicamos al 95% de confianza que se rechaza la hipótesis nula, debido a la obtención de p-valores menores que  $\alpha$ , concluyéndose que la dosis de 120 g de lana de oveja raza Assaf es óptima para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua.

#### 3.8.2. Prueba de normalidad, ANOVA y HSD Tukey del tiempo óptimo

##### 3.8.2.1. Prueba de normalidad

**Tabla 16.** Prueba de normalidad de la capacidad de retención respecto al tiempo

TIEMP O	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
30s	,176	3	.	1,000	3	,984
60s	,296	3	.	,919	3	,448
90s	,339	3	.	,850	3	,240
120s	,316	3	.	,890	3	,354
150s	,203	3	.	,994	3	,848
180s	,297	3	.	,918	3	,444
210s	,198	3	.	,995	3	,868

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2019.

### Hipótesis: probaremos

$H_0$ : Los datos obtenidos de la capacidad de retención siguen una distribución normal.

$H_a$ : Los datos obtenidos de la capacidad de retención no siguen una distribución normal.

### Estadística y región crítica de la prueba:

Si  $p\text{-valor} < \alpha$ : rechaza  $H_0$

Si  $p\text{-valor} > \alpha$ : no rechaza  $H_0$

Donde p-valor son los niveles de significancia (Sig)

Se obtuvo **p-valores** de: 0.984, 0.448, 0.240, 0.354, 0.848, 0.444, 0.8680, donde  $\alpha$  de: 0.05

### **Decisión**

Por la obtención de **p-Valores** mayores que  $\alpha$ , la **H<sub>0</sub>** no se rechaza, en conclusión, los datos de la capacidad de retención obedecen a un comportamiento de distribución normal. Donde se consideró valores estadísticos de significancia de Shapiro-Wilk por ser muestras pequeñas (< 50). Aseverando que los datos se mantienen dentro de un rango de 95% de confiabilidad.

### **3.8.2.2. Prueba de ANOVA**

En la siguiente tabla los grados de libertad (gl) de inter grupos es el número de tiempos aplicados disminuidas en 1, para el total se refiere a la cantidad de muestras totales disminuida en 1, por ende los entra grupos vienen hacer la diferencia de ellos.

**Tabla 17.** ANOVA de un factor de capacidad de retención respecto al tiempo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	10467,129	6	1744,522	594684,626	,000
Intra-grupos	,041	14	,003		
Total	10467,170	20			

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2019.

En la Tabla 17, se observó la prueba estadística ANOVA de un factor para determinar la diferencia significativa de medias de la capacidad de retención, respecto a las dosis de lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua.

### 3.8.2.3. Prueba de HSD Tukey

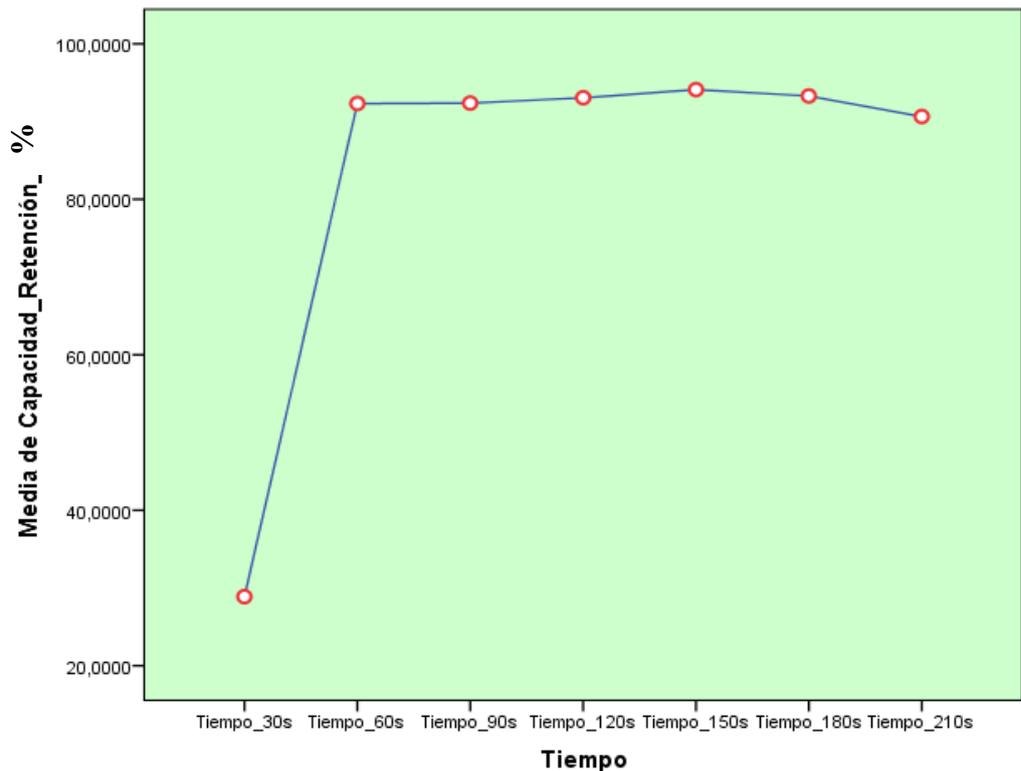
**Tabla 18.** *HSD de Tukey-Capacidad de retención respecto al tiempo.*

TIEMPO	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
30s	3	28,891667					
60s	3		90,636000				
90s	3			92,319333			
180s	3			92,369667			
210s	3				93,058333		
120s	3					93,289000	
150s	3						94,102767
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: Tabla SPSS, elaboración propia, 2019

En la Tabla 18, se observó la prueba de HSD Tukey respecto a la capacidad de retención que permitió determinar el tiempo óptimo (30s, 60s, 90s, 180s, 210s, 120s y 150s) de lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, donde indica las diferencias de medias. De modo que, la aplicación del tiempo de 150s respecto a la capacidad de retención, presentó la mayor diferencia de medias (94,102767), demostrando que es el tiempo óptimo. Demostrándose que es el tiempo óptimo.

En la Figura 4 se muestra el gráfico de medias de capacidad de retención respecto al tiempo.



**Figura 4.** Gráfico de medias de capacidad de retención respecto al tiempo.

## Prueba de hipótesis específica 2

### Hipótesis: probaremos

Ho: El tiempo de 150 s no es óptimo para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua.

Ha: El tiempo de 150 s es óptimo para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua

### Estadística y región crítica de la prueba:

Si  $p\text{-valor} < \alpha$ : rechaza Ho

Si  $p\text{-valor} > \alpha$ : no rechaza Ho

Se obtuvo **p-valor** de: 0.000, donde  **$\alpha$**  de: 0.05

## Contrastación de hipótesis específica 2

Analizados los resultados obtenidos, mediante el IBM SPSS Statistics 23, indicamos al 95% de confianza que se rechaza la hipótesis nula, debido a la obtención de p-

valores menores que  $\alpha$ , concluyéndose que el tiempo de 150s es óptimo para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua.

### **Prueba de hipótesis general**

#### **Hipótesis: probaremos**

Ho: La lana de oveja raza Assaf no logró la retención de los hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, 2019.

Ha: La lana de oveja raza Assaf logró la retención de los hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, 2019.

Con la significancia obtenida del ANOVA que se detallaron en las tablas 14 y 17 se hizo la contrastación de hipótesis general.

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

Si  $p\text{-valor} < \alpha$ : rechaza Ho

Si  $p\text{-valor} > \alpha$ : no rechaza Ho

Donde p-valor son los niveles de significancia (Sig)

Se obtuvo **p-valor** de: 0.000 y 0.000 donde  **$\alpha$**  de: 0.05

#### **Contrastación de hipótesis general**

Analizados los resultados obtenidos, mediante el IBM SPSS Statistics 23, indicamos al 95% de confianza que se rechaza la hipótesis nula, debido a la obtención de p-valores menores que  $\alpha$ , concluyéndose que la lana de oveja raza Assaf logró la retención de los hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua.

#### IV. DISCUSIÓN

Según MARTÍNEZ, Pastora et al. (2013), menciona que las características del bagazo de caña tienen un porcentaje de humedad 7,79%, una densidad real de  $0,76 \text{ g/cm}^3$ , una densidad aparente de  $0,13 \text{ g/cm}^3$  y una porosidad de  $0,82 \text{ g/cm}^3$ , sin embargo, en esta investigación las propiedades físicas de la lana de oveja raza Assaf fueron de 16,48% de humedad, 36 micras de diámetro,  $0,19 \text{ g/cm}^3$  de densidad real,  $0,06 \text{ g/cm}^3$  de densidad aparente y  $0,68 \text{ g/cm}^3$  de porosidad.

Respecto a la dosis óptima de lana de oveja para la retención de hidrocarburos (petróleo), DOMÍNGUEZ, Patricia (2017), en su trabajo de investigación, el tratamiento 1 (100 g de plumas de pollo) y el tratamiento 2 (75 g de plumas de pollo con 25 g de aserrín) obtuvieron una capacidad de retención de 44,333% y 36,056%, respectivamente. A diferencia de nuestra investigación con 120 g de lana de oveja, se obtuvo una remoción de 92,319%, demostrando así, que la lana de oveja tiene mayor capacidad de retención que las plumas de pollo.

En relación al tiempo óptimo, ESPINO, Anamaría (2018), determinó que el cabello humano adsorbe 67,33 g de petróleo en 8 min y las plumas de pollo adsorben 102,0 g de petróleo en 5 min. En el trabajo de DOMÍNGUEZ, Patricia (2017), las plumas de pollo y aserrín retuvieron diésel del mar del Callao en un tiempo óptimo de 2 minutos. SALINAS, Pablo (2010), determinó que la harina de plumas de pollo adsorbe 2,60 g de hidrocarburo en 5 minutos. Por otro lado, CASTILLO, Angela (2017), tuvo como resultado que el bagazo de la caña de azúcar adsorbió 10,9 g de petróleo en 45 minutos y la *Luffa cylindrica* absorbió 8,70 g de petróleo en 30 minutos, mientras que, en esta investigación, la lana logró adsorber 110,8 g de petróleo en tiempo óptimo de 150 s.

LEIVA, Jorge et al. (2012) y DÍAZ, Miguel et al. (2018) utilizaron el bagazo de caña de azúcar como absorbente natural, tuvieron un tiempo óptimo de 32 y 24 horas, respectivamente, y su capacidad de retención fue mayor al 80%. VILLEGAS, Juan et al. (2017) tuvo un tiempo óptimo de 25 minutos reteniendo 87% de petróleo. ABANTO, Fernando (2018) utilizó la fibra de coco como adsorbente natural, obteniendo una máxima capacidad adsorción de 93,93% y 85,88% para el kerosene y gasolina respectivamente en un tiempo de 5 minutos. De igual modo GARCÍA, Judit, PEÑAFIEL, Daniel y RODRÍGUEZ Remberto (2019), evaluaron el proceso de biorremediación de hidrocarburos totales en aguas residuales aplicando un cultivo mixto de microorganismos degradadores de

hidrocarburos como: *Acinetobacter sp.*, *Pseudomonas sp* y *Mycobacterium sp*, obteniendo una máxima remoción (92%) de TPH (hidrocarburos totales de petróleo) en la tercera semana de tratamiento, sin embargo en esta investigación, el tiempo óptimo fue de 150s, teniendo una capacidad de retención de 94,103 %.

## V. CONCLUSIONES

La investigación mostró que la lana de oveja raza Assaf logró la retención de los hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, en un 94,103%. Entre los resultados relevantes se obtuvo que:

- Las propiedades físicas de la lana de oveja raza Assaf fueron: porcentaje de humedad de un 16,48%, un diámetro de 36 micras,  $0,19 \text{ g/cm}^3$  de densidad real,  $0,06 \text{ g/cm}^3$  de densidad aparente y  $0,68 \text{ g/cm}^3$  de porosidad.
- La dosis óptima de lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua fue de 120 g con una capacidad retención máxima de 92,319 %.
- El tiempo óptimo para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua fue de 150 s, donde se obtuvo una capacidad de retención máxima de 94,103 %.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Utilizar lana de otros tipos de razas de ovejas para la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua.
- Comparar las propiedades físicas de la lana de oveja de raza Assaf con otros tipos de lana.
- Para futuras investigaciones utilizar una dosis mayor de 120 g de adsorbente natural con una cantidad de petróleo superior a 150 mL en el agua.
- Variar el tiempo de contacto a diferentes intervalos de tiempo de 10 a 15 segundos para obtener mayor precisión en la capacidad de retención de hidrocarburo.

## REFERENCIAS

- ABANTO, Fernando. Uso de la fibra de coco para la adsorción de diferentes muestras de hidrocarburos - agua y su relación con la salinidad y temperatura. Tesis (Título profesional de ingeniero químico). Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2018. 76 pp. Disponible en:  
<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/3104/BC-TES-TMP-1594.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ALONSO, José. Manual control de calidad en productos textiles y afines. Universidad Politécnica de Madrid [En línea]. Diciembre 2015. [Fecha de consulta: 3 de junio de 2019]  
Disponible en: [oa.upm.es/38763/1/Binder1.pdf](http://oa.upm.es/38763/1/Binder1.pdf)
- AL-JAMMAL, Noor. [et al]. Modified Jordanian zeolitic tuff in hydrocarbon removal from surface water. *Revista Journal of Environmental Management* [en línea]. Mayo 2019. [Fecha de consulta: 3 de junio de 2019]  
Disponible  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S0301479719303780&lang=es&site=eds-live>  
ISSN: 0301-4797
- ARENAS, Marc. Efecto de los derrames de petróleo en el medio marino [En línea]. *All you need is biology*. 23 de Abril del 2015. [Fecha de consulta: 9 de Mayo].  
Disponible en: [allyouneedisbiology.wordpress.com/2015/04/23/efecto-petroleo-mar/](http://allyouneedisbiology.wordpress.com/2015/04/23/efecto-petroleo-mar/)
- ASTM. Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents. Active Standard ASTM F726-06 Developed by Subcommittee F20.22. *Revista Book of Standards* [en línea]. 2006 vol.11, n°05. [Fecha de consulta: 18 de Junio del 2019]  
Disponible en: <http://www.astm.org/Standards/F726.htm>.
- CASTILLO, Ángela. Adsorbentes naturales en la mitigación del impacto adverso causado por derrames de crudo en fuentes hídricas. Tesis (Título profesional de ingeniero ambiental). Bogotá: Universidad Libre, 2017. 70 pp. Disponible en:

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11185/Documento%20Final%202018.pdf?sequence=1>

- CELIS, José. Efectos de los derrames de petróleo sobre los hábitats marinos. *Revista Ciencia Ahora* [en línea]. Julio a Diciembre 2009. n° 46 [Fecha de consulta: 15 de junio de 2019].

Disponible:

[https://www.academia.edu/11370858/EFECTOS\\_DE\\_LOS\\_DERRAMES\\_DE\\_PETROLEO\\_SOBRE\\_LOS\\_HABITATS\\_MARINOS](https://www.academia.edu/11370858/EFECTOS_DE_LOS_DERRAMES_DE_PETROLEO_SOBRE_LOS_HABITATS_MARINOS)

- CERDA, Hugo. Los elementos de la investigación: Cómo reconocerlos, diseñarlos y construirlos. Bogotá: El Búho, 1991.

ISBN: 958-9023-65-7

- CIUFU, Alina., VASILE, Timur. y DOBRE, Tamase. Adsorption of crude oil using biosorbents in accidental oil spills. *Bulletin of Romanian Chemical Engineering Society* [en línea]. Julio del 2015 vol 2, n°2. [Fecha de consulta: 20 de abril del 2019].

Disponible

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=116484437&lang=es&site=eds-live>

ISSN 2360-4697

- DE LUCAS, José. Descripción, propiedades y características de la lana. Universidad Nacional Autónoma de Mexico. 2013. Disponible

<http://spo.uno.org.mx/wpcontent/uploads/informe2013/lana/descripcionpropiedadesycaracdelalana2oct2013.pdf>

- DÍAZ, Miguel, RIVAS, Lester, LEON, Maydeibys y ACOSTA, Jessell. Material absorbente para recogida de hidrocarburos en derrames en aguas y suelos. *Revista Cubana de Química* [en línea]. Mayo – Agosto 2018. n. °2. [Fecha de consulta: 3 de junio de 2019]

Disponible

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsgii&AN=edsgcl.544712838&lang=es&site=eds-live>.

ISSN: 0258-5995

- DÍAZ, Laugeny. [et al]. Consorcio microbiano autóctono para el tratamiento de aguas contaminadas con gasoil del puerto de isla de Toas. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina* [En línea]. Octubre del 2017, vol. 28, no. 2. [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.18359/rcin.2792>
  
- DOMINGUEZ, Patricia. Eficiencia del uso de plumas de pollo y aserrín para la remoción de diésel en el mar del Callao-2017. Tesis (Título profesional de ingeniería ambiental). Perú: Universidad César Vallejo, 2017. 82 pp. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/20708>
  
- ESPINO, Anamaría. Uso de adsorbentes naturales (cabello humano y plumas de pollo) para reducir el petróleo en cuerpos de agua sintética, 2018. Tesis (Título profesional de ingeniería ambiental). Perú: Universidad César Vallejo, 2018. 188 pp. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/32858>
  
- FLORES, Carlos. [et al]. Chitosan-macroalgae biocomposites as potential adsorbents of water-soluble hydrocarbons: Organic matter and ionic strength effects. *Revista Journal of Cleaner Production* [en línea]. Octubre 2018. n. °197. [Fecha de consulta: 3 de Junio de 2019]  
Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S095965261831850X&lang=es&site=eds-live>  
ISSN: 0959-6526
  
- FLORES, Diego. Elaboración de una Guía Didáctica Virtual para los procesos de Hilatura fibras largas. Tesis (Título profesional de ingeniería textil). Ecuador: Universidad Técnica del Norte, 2011. 208 pp. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/730>

- GARCÍA, Judit, PEÑAFIEL, Daniel y RODRÍGUEZ Remberto. Bioremediación de hidrocarburos en aguas residuales con cultivo mixto de microorganismos: caso Lubricadora Puyango. *Revista SCIELO* [en línea]. Marzo 2019. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019].  
Disponible  
[http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422019000100185&lang=pt](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422019000100185&lang=pt)  
ISSN: 1390-6542
  
- GUERRERO, Jacqueline. Atención de derrames de petróleo crudo en el Golfo de México. Tesis (Título profesional de ingeniería petrolera). México: Universidad nacional autónoma de México, 2014. 235 pp. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3707/tesis.pdf?sequence=1>
  
- HAMOUDA, Raef, SOROUR Noha, YEHEIA Dalia. Biodegradation of crude oil by *Anabaena oryzae*, *Chlorella kessleri* and its consortium under mixotrophic conditions. *Revista International Biodeterioration & Biodegradation* [En línea]. Agosto del 2016, vol. 112. [Fecha de consulta: 10 de mayo del 2019]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S0964830516301494&lang=es&site=eds-live>  
ISSN 0964-8305 / Doi: 10.1016/j.ibiod.2016.05.001.
  
- HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. [En línea]. Sexta edición. México D.F., México, 2014. [Fecha de consulta: 07 de Abril del 2019]. Disponible en: [https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)  
ISBN: 978-1-4562-2396-0
  
- KAMEL, S. & SAKHAWY, M. Using of agricultura residue in removing of oil spill. *Revista Research & Reviews in BioSciences* [en línea]. Julio 2011, vol. 5, n°2, pp. 64-70. [Fecha de consulta: 20 de Mayo del 2019].

Disponible en: <https://dspace.aus.edu/xmlui/bitstream/handle/11073/7663/35.232-2014.28%20Abdul%20Sami%20Gulistan>.

- LAZIM, Azwan. Oil removal from water surface using reusable and absorptive foams via simple fabrication of liquid natural rubber (LNR). *Revista Polymer Testing* [en línea]. Febrero del 2019, vol. 73. [Fecha de consulta: 20 de Mayo del 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2018.11.016>.  
ISSN 0142-9418
- LEZAMA, Carlos. [et al]. Capacidad de retención de hidrocarburos empleando subproductos industriales. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* [en línea]. Agosto del 2012 n°8. [Fecha de consulta: 12 de abril del 2019].  
Disponible en: <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v8-n1-4-capacidad-de-retencion-de-hidrocarburos-empleando-subproductos-industriales.pdf>  
ISSN 2594-0384
- LEIVA, Jorge, MARTÍNEZ, Pastora.; ESPERANZA, G.; RODRÍGUEZ. Ivan, GORDIZ, Carlos. Absorción de hidrocarburos en columnas rellenas con bagazo: una solución sostenible. *Revista ICIDCA Sobre los derivados de la caña de azúcar* [en línea]. Septiembre-Diciembre 2012. n. °46. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019]  
Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223124988005>  
ISSN 0138-6204
- LUIS, Victor. Biosorción de hidrocarburos solubles en agua mediante fracciones de la cáscara de coco. Tesis (Maestro en Ciencias Ambientales). San Luis Potosí: Instituto Potosino De Investigación Científica Y Tecnológica, A.C, 2015. 73 pp.  
Disponible en: <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/handle/11627/3913>
- MARTÍNEZ, Pastora, RODRÍGUEZ, Ivan, ESPERANZA, Guillermo y LEIVA, Jorge. Caracterización y evaluación del bagazo de caña de azúcar como biosorbente de hidrocarburos. *Revista Afinidad*. [en línea]. Marzo 2014. [Fecha de consulta: 15 de abril del 2019].  
Disponible

<https://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/view/276504/364436>

ISSN 2339-9686

- MINAGRI. Programa de desarrollo productivo agrario rural – agro rural – 2015. Ministerio de Agricultura y Riego. [Fecha de consulta: 08 de abril del 2019].  
Disponible  
[http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/1-ciencia/101/ganado\\_ovino.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/1-ciencia/101/ganado_ovino.pdf)
  
- MINAGRI. Situación de las actividades de crianza y producción-Ovinos 2018. Ministerio de Agricultura y Riego. [Fecha consultada: 18 de Junio del 2019].  
Disponible  
<https://www.minagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-producci/301-ovinos?start=3>
  
- ORTIZ, Diego. Índice de contaminación ambiental debido a la actividad petrolera en la amazonia peruana. Tesis (Título profesional de ingeniería matemático). Ecuador: Escuela politécnica nacional, 2016. 102 pp. Disponible en:  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16956/1/CD-7543.pdf>
  
- OSINERGMIN. Reporte semestral del monitoreo del mercado de hidrocarburos primer semestre del 2017. Organismo Superior de la inversión en Energía y Minería, Julio 2017. [Fecha de consulta: 18 de abril del 2019].  
Disponible  
[http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca\\_osinergmin/estudios\\_economicos/reportes-de-mercado](http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/estudios_economicos/reportes-de-mercado)
  
- PARRA, Enrique. *Petróleo y gas natural*. Madrid: España, 2003.  
ISBN: 9788446017684
  
- QUERO, Milton. Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach [En línea]. Venezuela: Maracaibo, 2010. [Fecha de consulta: 12 de Setiembre del 2018].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/993/99315569010.pdf>

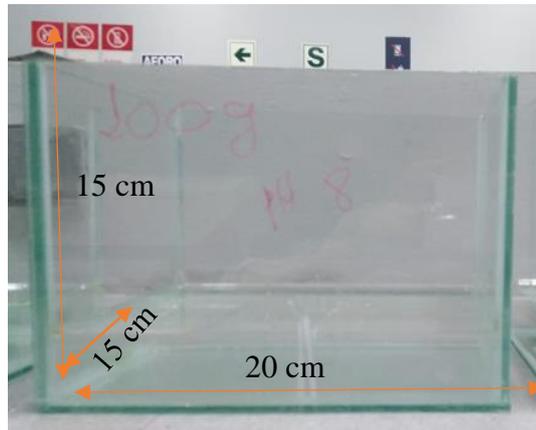
ISSN: 1317-0570

- ROLDÁN, José. Fuentes de Energía. España: Editorial Paraninfo, 2008.  
ISBN: 9788428331708
  
- SALAZAR, Elizabeth. Remoción de hidrocarburos mediante biopolímeros naturales: Efecto del tamaño de partícula. Tesis (Maestría en ciencias ambientales). México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2012. 72 pp.  
Disponible en: [comunidadpmpca.uaslp.mx/documento.aspx?idT=249](http://comunidadpmpca.uaslp.mx/documento.aspx?idT=249)
  
- SALINAS, Pablo. Producción de Harina de Plumitas de Pollo y su utilización como un Adsorbente de Hidrocarburos, en Agua Dulce. Tesis (Ingeniero en Biotecnología), Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida, 2010. 155 pp. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2631>
  
- SEVER, Lowell. Contaminación petrolera y efectos sobre la salud en la cuenca amazónica de Ecuador [en línea]. Juicio crudo, enero 2005. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2019].  
Disponible en: [http://www.juiciocrudo.com/documentos/Contaminacion-Petrolera-y-Efectos-sobre-la-salud-en-la-cuenca-Amazonica-de-Ecuador-por-el-Dr-Lowell-Sever-\(20-ene-2005\).pdf](http://www.juiciocrudo.com/documentos/Contaminacion-Petrolera-y-Efectos-sobre-la-salud-en-la-cuenca-Amazonica-de-Ecuador-por-el-Dr-Lowell-Sever-(20-ene-2005).pdf)
  
- TAKDASTAN, Afshim, KARDANI, Masoumeh y JANADELEH, Habib. Removal of total petroleum hydrocarbons from polluted urban soils of the outskirts of Ahvaz, southwestern Iran. *Revista International Journal of Human Capital in Urban Management* [en línea]. Abril del 2017, n°2. [Fecha de consulta: 23 de Mayo del 2019]. Disponible en:  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdoj&AN=edsdoj.f490936735b8437f81fe47529dafd410&lang=es&site=eds-live>  
ISSN 2476-4698

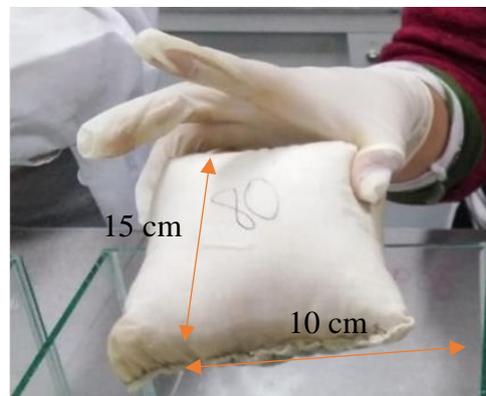
- VILLEGAS, Juan [et al]. Crude oil removal from production water using nano-intermediates of a SiO<sub>2</sub> support functionalized with magnetic nanoparticles. *Revista DYNA* [en línea]. Septiembre 2017. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019]  
Disponible  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532017000300065&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532017000300065&lng=en&tlng=en)  
ISSN: 0012-7353
  
- WAUQUIER, Jean Pierre. El refinado del petróleo: petróleo crudo, productos petrolíferos, esquemas de fabricación. México: Díaz de Santos, 2004.  
ISBN: 9788428331708
  
- ZAWRAH, Mahmoud, KHATTAB, Reham., y GADO, Reda. Organo modified Nanoclay/Sawdust mixtures for hydrocarbon removal from water. *Revista Silicon* [en línea]. Septiembre 2018. n° 10. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019]  
Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12633-017-9720-0>  
doi: 10.1007/s12633-017-9720-0
  
- ZHANG, Caili [et al]. Adsorption of polycyclic aromatic hydrocarbons (Fluoranthene and anthracenemethanol) by functional graphene oxide and removal by pH and temperature-sensitive coagulation. *Revista ACS Applied Materials & Interfaces* [en línea]. Abril del 2013, vol. 5, n°11. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/am4002666>  
ISSN: 4783-4790
  
- ZHOU, Qingxiang [et al]. Preparation and characterization of magnetic nanomaterial and its application for removal of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Revista Journal of Hazardous Materials* [en línea]. Junio del 2019, vol. 371. [Fecha de consulta: 7 de Junio del 2019]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.03.027>  
ISSN 0304-3894

## ANEXOS

### ANEXO 1 Imágenes del procedimiento experimental



**Figura 5.** Medidas de las peceras



**Figura 6.** Medidas de las almohadillas



**Figura 7.** Llenado de las peceras con 1L de agua y 150mL de petróleo



**Figura 8.** Contacto de las almohadillas con el hidrocarburo y escurrimiento



**Figura 9.** Características físicas, químicas y orgánicas del agua

ANEXO 2 Ficha de propiedades de la lana

**FICHA DE PROPIEDADES DE LA LANA  
ANEXO N° (01)**

Evaluadores	
Fecha	
<b>PROPIEDADES DE LA LANA</b>	
Absorción de humedad (%)	
Flotabilidad	
Diámetro (µm)	
Finura	
Densidad real (g/cm³)	
Densidad aparente (g/cm³)	
Porosidad (g/cm³)	

  
**CARLOS ALBERTO  
 CASTAÑEDA OLIVERA**  
 INGENIERO METALÚRGICO  
 Ref. CIP N° 130267

Nombres y Apellidos

Grado *Doctor*

CIP *130267*

  
**ELMER GONZÁLES BENTES**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Ref. CIP N° 71998

Nombres y Apellidos

Grado *Doctor*

CIP *71998*

  
**ELMER GONZÁLES BENTES**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Ref. CIP N° 71998

Nombres y Apellidos

Grado *Doctor*

CIP *71998*

ANEXO 3 Ficha de pulverización de propiedades físicas del hidrocarburo (petróleo)

**FICHA DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL HIDROCARBURO  
(PETRÓLEO)  
ANEXO N° (02)**

PROPIEDADES FÍSICAS DEL HIDROCARBURO (PETRÓLEO)					
Evaluadores					
Fecha					
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )					
Viscosidad (cSt)					
Gravedad API					
Análisis elemental	%N	%C	%H	%S	%O

  
**CARLOS ALBERTO  
 CASTAÑEDA OLIVERA**  
 INGENIERO METALÚRGICO  
 Reg. CIP N° 130267

---

Nombres y Apellidos

Grado *Doctor*

CIP *130267*

  
**ELMER GÓMEZ BENITES**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Reg. CIP N° 71998

---

Nombres y Apellidos

Grado *Doctor*

CIP *71998*

  
**ELMER GÓMEZ BENITES**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Reg. CIP N° 71998

---

Nombres y Apellidos

Grado *Doctor*

CIP *71998*

ANEXO 4 Ficha de capacidad de retención

**FICHA DE CAPACIDAD DE RETENCIÓN  
ANEXO N° (03)**

CAPACIDAD DE RETENCIÓN						
$CR = \frac{mt - m_0}{m_0} \times 100$						
CR = Capacidad de retención. mt = Peso del sorbente impregnado de combustible (g). m <sub>0</sub> = Peso del sorbente seco (g).						
Dosis	Peso de 100 mL de petróleo	Cantidad de agua sintética (mL)	Absorbente natural seco (g)	Absorbente natural impregnado (g)	Cantidad total de petróleo absorbido	Capacidad de retención
40 g						
60 g						
80 g						
100 g						
120 g						
140 g						
160 g						
Tiempo	Peso de 100 mL de petróleo	Cantidad de agua sintética (mL)	Absorbente natural seco (g)	Absorbente natural impregnado (g)	Cantidad total de petróleo absorbido	Capacidad de retención
30 s						
90 s						
90 s						
120 s						
150 s						
180 s						
210 s						

  
**CARLOS ALBERTO  
 CASTAÑEDA OLIVERA**  
 INGENIERO METALÚRGICO  
 Reg. CIP N° 130217

Nombres y Apellidos

Grado *Doctor*  
 CIP *130217*

  
**ELMER GONZÁLEZ BENÍTEZ ALFARO**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 Reg. CIP N° 71998

Nombres y Apellidos

Grado *Doctor*  
 CIP *71998*

  
 Nombres y Apellidos

Grado *Dr.*  
 CIP *88812*

## ANEXO 5 Fichas de validación de instrumento



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro Elmer  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DCV - DCT / Docente. Universidad Cesar Vallejo - Metodología  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades de la Lema. Ovis Aries Herino  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Barrantes Contreras Nilda / Gonzales Tineo, Rosmary

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

SI
—

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

95 %

Lima, 07/08/19 del 2019

Elmer Alfaro Benites  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

**ELMER GONZALES BENITES ALFARO**  
DNI No. .... INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 71998

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GALVEZ, JUAN JULIO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades de la forma D.N.S. No. en México  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Barrón Contreras, Nilda / González Tinoco, Rosmary

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
No

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85%

Lima, ..... del 2019

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 8844306 Telf.: 578168

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: CASTAÑEDA OLIVERA CARLOS ALBERTO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - asesor de tesis / UCV Lima Norte
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades de la lana Q'was Arica Merino
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Barriclos Contreras, Milda / Gonzales Tineo, Rosmerly

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

Si
-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

95 %
------

Lima, ..... del 2019

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 42422258 Telf.: 976194774

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro Elmer  
 1.2. Cargo e institución donde labora: UCV - D.C.T. / Docente investigador Meteorología  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades físicas del Hidrocarburo  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Barricatos Contreras, Wildo / Gonzales Tinco, Rosmary

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, ..... del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

ELMER GONZALES BENITES ALFARO

DNI No. .... INGENIERO PÚBLICO  
Reg. CIP N° 71998

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Galvez, Juan Julio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades físicas del hidrógeno  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Comité Científico, N. de / Gonzalo Tuma, Rosmy

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

S
—

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85%
-----

Lima, ..... del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 08110013 Telf. 5028140

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: CASTAÑEDA OLIVERA CARLOS ALBERTO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - asesor de tesis / UCV Lima Norte  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Propiedades Físicas del Hidrocarburo  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Zacarias Contreras Nilda / Gonzales Tineo, Rosmery

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
—

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, ..... del 2019

[Firma]  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 40972258 Telf. 976194774

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alfaro, Elmer
- 1.2. Cargo e institución donde labora: UCV, DCA, Docente Investigador - Metodólogo
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Capacidad de Retención
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: Barrionto, Contreras, Nilda, Gonzales Ticona, Rosmary

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI
-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

98 %
------

Lima, ..... del 2019

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

**ELMER GONZALES BENITES ALFARO**

DNI No. .... INGENIERO QUIMICO

Reg. CIP N° 71956

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Ordoñez Balvez, Juan Julio  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Capacidad de Retención  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Basilio Contreras, Milka / Donzales Tinas, Rosmy

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, ..... del 2019

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 984470 Telf: 5281648

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

- 1.1. Apellidos y Nombres: CHITANEDA OLEVERA CARLO ALBERTO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - asesor de tesis / UCV Lima Norte  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Comisión de Retención  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Barrientos Contreras, Nilda / Gonzales Tanco, Rosmary

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

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

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

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

Si
-

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

95 %
------

Lima, ..... del 2019

*Carlo Alberto Chitaneda Olevera*  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No... 42922018 Telf... 976194274

ANEXO 6 Análisis de las propiedades físicas de la lana



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y TEXTIL**  
**LABORATORIO N° 24 - INGENIERIA TEXTIL**

“Año de Lucha contra la Corrupción e Impunidad”

**INFORME TECNICO N° 095-LAB24-2019**

Señoritas  
**NILDA V. BARRIENTOS CONTRERAS / ROSEMERY X. GONZALES TINEO**  
Presente.-

ASUNTO : Análisis Físico-químico de una muestra de lana trasquilada.

FECHA : Lima, 04 de noviembre del 2019.

RESULTADOS:

ENSAYOS	RESULTADOS		MUESTRA
FINURA	Diámetro	34 micras	
	Desviación Estandar	10.17 micras	
	Counts (s)	23'S	
LONGITUD DE LANA	2.5%	47.66 mm	
	50%	11.91 mm	
	MIL	23.7 mm	
PORCENTAJE DE ACEITE	6.39%		
<b>Nota:</b> El Informe es válido solo para la muestra presentada, y con duración de 90 días.			

Atentamente,

  
**ING. RIGOBERTO MARIN LIRA**  
Jefe (e) de Laboratorio N° 24 – Ingeniería Textil  
FACH/edg.



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 Lima - Perú  
Teléfono Directo N° (511) 481-5558  
Central Telefónica: (511) 481-1070, Anexo 5608

## ANEXO 7 Análisis de las propiedades físicas de petróleo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
LABICER (Laboratorio N° 12)  
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



### INFORME TÉCNICO N° 1876 – 19 – LABICER

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
  - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : ROSMERY XILANGA GONZALES TINEO  
NILDA VICTORIA BARRIENTOS CONTRERAS
  - 1.2 DNI : 72746306  
48312281
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
  - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 23 / 10 / 2019
  - 2.2 FECHA DE EMISIÓN : 25 / 10 / 2019
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ENSAYOS EN COMBUSTIBLE
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
  - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE COMBUSTIBLE DIESEL B5
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 20.1°C; Humedad relativa: 69%
7. **RESULTADOS**

ENSAYO	RESULTADOS	MÉTODO
Densidad a 15.56 °C, Kg/m <sup>3</sup>	829.9	ASTM D 1298
Gravedad API a 60 °F	39.00	ASTM D 1298
Viscosidad Cinemática a 40 °C, cSt	2.98	ASTM D 445

8. **VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO**

Los resultados de este informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

  
Bach. Natalia Chávez  
Analista Químico  
LABICER - UNI

  
  
M.Sc. Otilia Acha de la Cruz  
Responsable de Análisis  
Jefa de Laboratorio  
CQP 202

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
LABORATORIO DE ENERGÍAS RENOVABLES  
Unidad de Biomasa Energética

REPORTE DE ANÁLISIS ELEMENTAL (C, H, N, O, S)  
LER - BIOMASA 082 - 2019

Solicitante : Srta. Nilda Barrientos Contreras  
Atención : Srta. Nilda Barrientos Contreras  
Muestra : Hidrocarburo - Db5  
Procedente de : Lima, Perú  
Fecha Recepción : 28/10/2019  
Norma: : ASTM D5373 - ASTM D4239

N. LABORATORIO	CÓDIGO DE CAMPO	C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	O (%)
UBE-(10/2019)-0119	Db5	72.09	11.59	0.12	< 0.1	1.85

NOTA:

- El análisis se realizó con las muestras en base seca (las muestras tal como se recibieron fueron secadas en estufa durante 24 horas a 105 °C).
- Se realizó el análisis por triplicado de cada muestra, obteniéndose resultados aproximados y se determinó la desviación estándar (medida de la dispersión de los valores respecto a la media) de la muestra.



laboratorio de  
Energías Renovables

José Calle Maravi, Ph. D.  
Jefe del Laboratorio de  
Energías Renovables



## ANEXO 8 Análisis de las características físicas, químicas y orgánicas del agua

ENSAYO N°01 -N- 2019  
LABORATORIO DE QUIMICA - UCV  
INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA

**Dirección:** Los olivos, Lima - Peru  
**Tipo de ensayo:** Análisis Físicoquímicos  
**Matriz:** Agua para consumo humano  
**Descripción de la muestra:** Muestra con petróleo y muestra sintética  
**Muestra tomado por:** Nilda Victoria Barrientos Contreras  
**Fecha de ingreso de la muestra:** 06/11/2019  
**Lugar donde se realizó el ensayo:** Laboratorio de Química - UCV.

### AGUA SINTETICA

pH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas	Altitud	Unidad de medida	Resultados	
M- Inicial	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,4
		Este	281479.887			

Conductividad (µ S/cm)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas	Altitud	Unidad de medida	Resultados	
M- Inicial	Muestra	Norte	8783292.591	-	µS/cm	633
		Este	281479.887			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas	Altitud	Unidad de medida	Resultados	
M- Inicial	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	25,1
		Este	281479.887			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas	Altitud	Unidad de medida	Resultados	
M- Inicial	Muestra	Norte	8783292.591	-	mg/l	4,3
		Este	281479.887			

Demanda Química de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas	Altitud	Unidad de medida	Resultados	
M- Inicial	Muestra	Norte	8783292.591	-	mg/l	20
		Este	281479.887			

TPH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas	Altitud	Unidad de medida	Resultados	
M- Inicial	Muestra	Norte	8783292.591	-	mg/l	< 0.01
		Este	281479.887			

### AGUA CON PETROLEO

pH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas	Altitud	Unidad de medida	Resultados	
M- Inicial	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	8
		Este	281479.887			

Conductividad (µ S/cm)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas	Altitud	Unidad de medida	Resultados	
M- Inicial	Muestra	Norte	8783292.591	-	µS/cm	633
		Este	281479.887			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	24,9
		Este	281479.887			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	8783292.591	-	mg/l	800
		Este	281479.887			

Demanda Química de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	8783292.591	-	mg/l	1700
		Este	281479.887			

TPH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
M- Inicial	Muestra	Norte	8783292.591	-	mg/l	750
		Este	281479.887			

Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992  
 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.  
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B

Equipo utilizado:  
 Código Interno:

Multiparámetro Hanna Edge  
 6053633  
 espectrofotometro  
 6009512  
 Estufa DAIHAN SCIENTIFIC  
 6007386


---

 M.Sc. Carlos  
 CIP. INGENIERO QUIMICO  
 C. I. P. 37913

**ENSAYO N°02 -N- 2019**  
**LABORATORIO DE QUIMICA - UCV**  
**INFORME DE RESULTADOS- MUESTREO DE AGUA**

**Direccion:** Los olivos, Lima - Peru  
**Tipo de ensayo:** Análisis Físicoquímicos  
**Matriz:** Agua para consumo humano  
**Descripcion de la muestra:** Muestra tratada mediante lana de Oveja  
**Muestra tomado por:** Nilda Victoria Barrientos Contreras  
**Fecha de ingreso de la muestra:** 12/10/2019  
**lugar donde se realizo el ensayo:** Laboratorio de Quimica - UCV.

<b>TIEMPO DE TRATAMIENTO (30 segundos)</b>
--

pH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,9
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,9
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,9
		Este	281479.887			

Conductividad (µ S/cm)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	µS/cm	566
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	µS/cm	569
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	µS/cm	567
		Este	281479.887			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	23,9
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	23,9
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	23,8
		Este	281479.887			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	448
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	443
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	443
		Este	281479.887			

Demanda Quimica de Oxigeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	801
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	807
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	805
		Este	281479.887			

TPH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	267
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	265
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	265
		Este	281479.887			

TIEMPO DE TRATAMIENTO (60 segundos)					
-------------------------------------	--	--	--	--	--

pH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	8
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,8
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,9
		Este	281479.887			

Conductividad ( $\mu$ S/cm)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	542
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	541
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	543
		Este	281479.887			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	24
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	23,9
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	24
		Este	281479.887			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	425
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	423
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	428
		Este	281479.887			

Demanda Química de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	781
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	787
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	783
		Este	281479.887			

TPH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	216
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	214
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	214
		Este	281479.887			

TIEMPO DE TRATAMIENTO (90 segundos)						
-------------------------------------	--	--	--	--	--	--

pH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,9
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	8
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,8
		Este	281479.887			

Conductividad ( $\mu$ S/cm)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	505
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	503
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	505
		Este	281479.887			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	24
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	23,9
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	24
		Este	281479.887			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	382
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	376
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	376
		Este	281479.887			

Demanda Química de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	628
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	634
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	633
		Este	281479.887			

TPH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	130
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	124
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	124
		Este	281479.887			

TIEMPO DE TRATAMIENTO (120 segundos)						
--------------------------------------	--	--	--	--	--	--

pH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,8
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	8
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,8
		Este	281479.887			

Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu\text{S/cm}$	500
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu\text{S/cm}$	501
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu\text{S/cm}$	501
		Este	281479.887			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	$^{\circ}\text{C}$	23,8
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	$^{\circ}\text{C}$	23,7
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	$^{\circ}\text{C}$	23,8
		Este	281479.887			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	327
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	321
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	321
		Este	281479.887			

Demanda Química de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	549
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	552
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	553
		Este	281479.887			

TPH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	87
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	85
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	90
		Este	281479.887			

**TIEMPO DE TRATAMIENTO (150 segundos)**

pH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,9
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	8
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,8
		Este	281479.887			

Conductividad ( $\mu$ S/cm)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	565
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	563
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	564
		Este	281479.887			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	23,8
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	23,8
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	23,7
		Este	281479.887			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	174
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	171
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	168
		Este	281479.887			

Demanda Química de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	234
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	237
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	231
		Este	281479.887			

TPH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	55
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	52
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	49
		Este	281479.887			

**TIEMPO DE TRATAMIENTO (180 segundos)**

pH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,9
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	8
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	7,9
		Este	281479.887			

Conductividad ( $\mu$ S/cm)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	506
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	503
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	504
		Este	281479.887			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	23,7
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	23,8
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	23,7
		Este	281479.887			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	335
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	336
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	333
		Este	281479.887			

Demanda Química de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	546
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	548
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	542
		Este	281479.887			

TPH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	95
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	95
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	95
		Este	281479.887			

TIEMPO DE TRATAMIENTO (210 segundos)						
--------------------------------------	--	--	--	--	--	--

pH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	8,1
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	8
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	-	8,1
		Este	281479.887			

Conductividad ( $\mu$ S/cm)						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	577
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	574
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	$\mu$ S/cm	576
		Este	281479.887			

Temperatura						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	22,9
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	22,8
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591	-	°C	22,8
		Este	281479.887			

Demanda Bioquímica de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	286
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	288
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	291
		Este	281479.887			

Demanda Química de Oxígeno						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	427
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	423
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	429
		Este	281479.887			

TPH						
Estacion	Tipo de resultado	Coordenadas		Altitud	Unidad de medida	Resultados
TRAT-R1	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	82
		Este	281479.887			
TRAT-R2	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	82
		Este	281479.887			
TRAT-R3	Muestra	Norte	8783292.591		mg/l	80
		Este	281479.887			

Metodología de Análisis:

APHA-AWWA-WEF (2012)5210B  
 Estándar Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992  
 SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)  
 SM 2130 B. Turbidity. Nephelometric Method.  
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B  
 APHA-AWWA-WEF (2012) 5220 B

Equipo utilizado:

Multiparámetro Hanna Edge  
 6053633  
 espectrofotometro  
 6009512  
 Estufa DAIHAN SCIENTIFIC  
 6007386

Código Interno:

M.Sc. Carlos   
 CIP. INGENIERO QUIMICO  
 C. I. P. 37913

ANEXO 9 Matriz de consistencia

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
Uso de la lana de oveja raza Assaf	Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿De qué manera influye el uso de la lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, 2019?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el uso de la lana de oveja raza Assaf para retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, 2019.</li> </ul>	<p>Hi: La lana de oveja raza Assaf logró retención de los hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, 2019.</p>
	Proporción optima de lana de oveja raza Assaf			
	Tiempo óptimo de la lana de oveja raza Assaf			
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
Retención de hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de agua, 2019	Propiedades físicas del hidrocarburo (petróleo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son las propiedades físicas de la lana de oveja raza Assaf para la retención de los hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de agua?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar las propiedades físicas de la lana de oveja raza Assaf para la retención de los hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hi: La dosis óptima es de 120g de lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, 2019.</li> <li>Hi: El tiempo óptimo fue de 180 s para la retención de</li> </ul>

	<p>Capacidad de retención</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál será la dosis optima (40g, 60g, 80g, 100g, 120g, 140g y 160g) de lana de oveja raza Assaf para la retención de los hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, 2019?</li> <li>• ¿Cuál es el tiempo óptimo (30 s, 60 s, 90 s, 120 s, 150 s, 180 s y 210 s) de la lana de oveja raza Assaf para la retención de los hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de agua?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la dosis óptima (40g, 60g, 80g, 100g y 120g) de lana de oveja raza Assaf para la retención de hidrocarburos (petróleo) en los cuerpos de agua, 2019.</li> <li>• Determinar el tiempo óptimo (30 s, 60 s, 90 s, 120 s, 150 s, 180 s y 210 s) de la lana de oveja raza Assaf para la retención de los hidrocarburos (petróleo) en cuerpos de agua.</li> </ul>	<p>hidrocarburos en los cuerpos de agua.</p>
--	-------------------------------	---	---	--