



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

“Eficiencia del Carbón Activado a base de Cascara de Coco (*Cocos nucifera*) en la remoción del Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ) para mejorar la Calidad del Aire, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA  
AMBIENTAL

AUTORES:

Jael Anibal Rios Camara

ASESOR:

Dr. Lorgio Gilberto Valdiviezo Gonzales

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

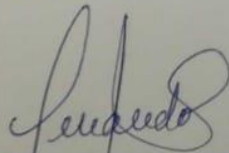
Año 2018 - II

**Página de Jurado**

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don  
(a)..... Jael Anibal Rios Camara.....  
cuyo título es: "Eficiencia del Carbón Activado a base de  
Cascara de Coco (Cocos nucifera) en la remoción del  
Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) para mejorar la calidad del  
Aire, 2018".....

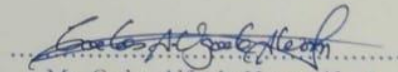
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por  
el estudiante, otorgándole el calificativo de: 14.....  
(Número)..... CATORCE..... (letras).

Lima..... 13..... de..... 12..... del 2018.....



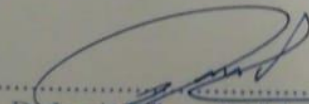
Mg. Fernando Antonio Sernaqué Auccahuasi

PRESIDENTE



Mg. Carlos Alfredo Ugarte Alvan

SECRETARIO



Dr. Jorge Gilberto Valdiviezo Gonzales

VOCAL

### **Dedicatoria**

La presente Tesis es dedicada principalmente a Dios, por ser nuestro creador y por permitirnos el haber llegado hasta este momento de suma importancia de nuestra formación profesional. A nuestros padres y a toda persona que ayudó positivamente en el trayecto de nuestra formación académica, ya que son los testigos del trabajo perseverante para obtener un nuevo éxito en nuestras vidas profesionales.

### **Agradecimientos**

A la Universidad Cesar Vallejo, por abrir este espacio de formación académica de suma importancia, a los distintos docentes que nos ayudaron con el desarrollo de la investigación. A nuestros familiares por el apoyo constante y por incentivarlos al trabajo permanente.

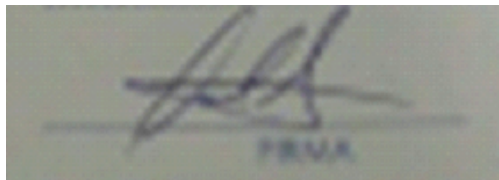
### **Declaración de Autenticidad**

Yo, Jael Anibal Rios Camara con DNI 70333860, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

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

Lima, 13 de Diciembre del 2018

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is stylized and appears to be 'Jael Anibal Rios Camara'. Below the signature, the name 'JEL ANIBAL RIOS CAMARA' is faintly visible in a smaller font.

---

Jael Anibal Rios Camara

DNI N°: 70333860

## **Presentación**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la Tesis titulada “Eficiencia del Carbón Activado a base de Cascara de Coco (*Cocos nucifera*) en la remoción del Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ) para mejorar la Calidad del Aire, 2018”, la misma que sometemos a vuestra consideración y esperamos que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

## RESUMEN

El objetivo de la investigación es determinar la Eficiencia del Carbón Activado a base de Cascara de Coco (Cocos nucifera) en la remoción del Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) para la mejora de la Calidad del Aire. La presente investigación consta de dos fases; la primera se basa en la preparación del insumo que es el carbón activado utilizando como precursor la de Cascara de Coco (Cocos nucifera), para la elaboración se realizó por medio de una metodología que posee la siguiente secuencia: obtención del precursor, secado al aire, carbonización, activación química, lavado y el secado (estufa), de acuerdo con la presente metodología se elaboró el carbón activado. Obtenido el insumo se procedió analizarlo de acuerdo con sus propiedades fisicoquímicas tales como el pH, humedad, tamaño de partícula, contenido de cenizas y su porosidad. Logrando como resultado; un pH de 3.1, humedad de 2.2%, tamaño de partícula de 15 mm, contenido de cenizas totales de 2.5% y una porosidad del 65%. Posteriormente en la segunda fase se utilizó el carbón activado elaborado con Cascara de Coco (Cocos nucifera) en un modelo, aquello para la remoción del Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) que se generó por intermedio de un balón recargado de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>). El modelo fue diseñado con dos orificios uno en cada extremo, donde en la parte del medio en el interior este relleno de carbón elaborado en la fase 01. El Dióxido de Carbono emitido por el balón ingresa por el primer orificio a un fluido de 250 ml/min lo cual hizo contacto el gas con el carbón activado realizando así el proceso de adsorción, luego de dicho proceso se analizó el gas con el equipo detector multi gas (MultiRAE LITE). Se anotó datos de las concentraciones por minuto, considerando como el tiempo máximo 10 minutos. Finalmente, con el análisis del gas, se determinó que en el tiempo máximo (minuto 10) el Carbón Activado a base de Cascara de Coco (Cocos nucifera) obtuvo una eficiencia del 40 % en la remoción del Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>). Se puede concluir que el uso de carbón activado a base de Cascara de Coco es eficiente para la remoción del Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), contribuyendo a la mejora de la calidad de aire de nuestra ciudad y del mundo. Así mismo se recomienda ver la efectividad del insumo en otros gases, además que se realicen investigaciones y métodos que sean alternativas para la remoción de gases.

**Palabras Claves:** Carbón Activado, Cascara de Coco (*Cocos nucifera*), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Remoción.

## ABSTRACT

The objective of the research is to determine the Efficiency of Activated Carbon based on Coconut Cascara (*Cocos nucifera*) in the removal of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) for the improvement of Air Quality. The present investigation consists of two phases; the first one is based on the preparation of the input, which is activated carbon, using Cascara de Coco (*Cocos nucifera*) as a precursor, for the elaboration was carried out by means of a methodology that has the following sequence: obtaining the precursor, drying in the air , carbonization, chemical activation, washing and drying (stove), according to the present methodology activated carbon was elaborated. Obtained the input was analyzed according to its physicochemical properties such as pH, humidity, particle size, ash content and porosity. Achieving as a result; a pH of 3.1, humidity of 2.2%, particle size of 15 mm, total ash content of 2.5% and a porosity of 65%. Later in the second phase, the activated charcoal elaborated with Cascara de Coco (*Cocos nucifera*) was used in a model, that for the removal of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) that was generated by means of a recharged Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) balloon. The model was designed with two holes one at each end, where in the middle part in the interior this coal fill elaborated in phase 01. The Carbon Dioxide emitted by the balloon enters through the first orifice to a fluid of 250 ml / min which made the gas contact with activated carbon, thus carrying out the adsorption process, after this process the gas was analyzed with the multi gas detector equipment (MultiRAE LITE). Data of the concentrations per minute were recorded, considering as the maximum time 10 minutes. Finally, with the analysis of the gas, it was determined that in the maximum time (minute 10) activated carbon based on Cascara de Coco (*Cocos nucifera*) obtained an efficiency of 40% in the removal of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>). We can conclude that the use of activated charcoal based on Cascara de Coco is efficient for the removal of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>), contributing to the improvement of the air quality of our city and the world. It is also recommended to see the effectiveness of the input in other gases, in addition to research and methods that are alternatives for the removal of gases.

**Key Words:** Activated Carbon, stick medlar seeds, Coconut Shell (*Cocos nucifera*), Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>), Removal.



# INDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
1.1 Realidad Problemática.....	14
1.2 Trabajos Previos .....	15
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	20
1.3.1 Calidad de Aire.....	20
1.3.2 Dióxido de Carbono .....	21
1.3.3 Carbón Activado.....	22
1.3.4 Adsorción .....	30
1.4 Formulación del Problema.....	33
1.4.1 Problema General .....	33
1.4.2 Problemas Específicos .....	33
1.5 Justificación del estudio .....	34
1.5.1 Justificación metodológica .....	34
1.6 Hipótesis .....	35
1.6.1 Hipótesis General .....	35
1.6.2 Hipótesis Específicas .....	35
1.7 Objetivos.....	36
1.7.1 Objetivo General.....	36
1.7.2 Objetivos Específicos .....	36
<b>II. METODO.....</b>	<b>37</b>
2.1 Diseño de Investigación.....	37
2.1.1 Tipo de investigación: Aplicada.....	37
2.1.2 Nivel de investigación: Explicativa.....	37
2.1.3 Diseño de la investigación: Experimental .....	37
2.2 Operacionalización de Variables .....	38
2.2.1 Variables.....	38
2.2.2 Operacionalización de las variables .....	39
2.3 Población y Muestra .....	40
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad.....	41
2.4.1 Técnica.....	41
2.4.2 Instrumento de recolección de datos .....	42

2.4.3	Valides y confiabilidad .....	42
2.5	Método de análisis de datos .....	43
2.5.1	Elaboración del Carbón Activado – Fase N° 01 .....	44
2.5.2	Diseño del Filtro y Remoción del Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) – Fase N° 02..	52
2.5.3	Modelo del Filtro .....	56
2.6	Aspectos Éticos .....	56
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>57</b>
<b>IV.</b>	<b>DISCUCIONES .....</b>	<b>63</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>VII.</b>	<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>66</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

<i>Ilustración 1: Imágenes referenciales del proceso de preparación del carbón activado a base de cascara de coco</i> .....	15
<i>Ilustración 2: Imágenes tomadas por SEM (Scanning Electron microscopy) en la izquierda y en la derecha vistas ampliada de estructuras de poros de muestras de CA activadas a (a) 600 ° C, (b) 700 ° C, (c) 800 ° C, (d) 900 ° C y (e) 1000 °C</i> .....	18
<i>Ilustración 3: Cambia la concentración de CO<sub>2</sub> (<math>\Delta MCO_2</math>) medida después de varios tiempos de adsorción a diferentes temperaturas de activación (600~1000°C) y tiempos de activación de (a) 60min y (b) 120min</i> .....	18
<i>Ilustración 4. (a) Arreglo estructural de las capas planas del grafito, (b) Estructura propuesta de las capas de carbón activado. Fuente: (Ramírez Guerra, 2009)</i> .....	23
<i>Ilustración 5(derecha) se observa los Macroporos que son los poros de admisión, los Mesoporos que son los poros de transporte, y los microporos que son los poros de adsorción. A la izquierda se aprecia la representación esquemática de la estructura del carbón activado formado por capas aleatorias de carbono. Fuente: (Sing, y otros, 1985)</i> .....	23
<i>Ilustración 6. Grupo superficial común en un carbón activado</i> .....	27
<i>Ilustración 7. Proceso de adsorción física de gases</i> .....	30
<i>Ilustración 8. Esquematización de Quimisorción</i> .....	32
<i>Ilustración 9. Cascara de coco</i> .....	45
<i>Ilustración 10. Triturado</i> .....	45
<i>Ilustración 11. Pesado de los pedazos de cascara de coco</i> .....	46
<i>Ilustración 12: Mufla encendida a 280 °C con dos morteros</i> .....	46
<i>Ilustración 13: Cascara de coco carbonizado en mortero</i> .....	47
<i>Ilustración 14: Tamizador</i> .....	47
<i>Ilustración 15: Preparación de la solución activante</i> .....	48
<i>Ilustración 16: Pesado de cascara de coco carbonizado</i> .....	49
<i>Ilustración 17: Cascara de coco carbonizado combinado con la solución para proceso de activación</i> .....	50
<i>Ilustración 18: Estufa donde se dispuso los vasos precipitados con la solución y la cascara de coco carbonizada</i> .....	50
<i>Ilustración 19: Lavado de carbón activado con agua destilada</i> .....	51
<i>Ilustración 20. Producto secado listo para usar</i> .....	51
<i>Ilustración 21: Carbón activado tamizado</i> .....	52
<i>Ilustración 22. Filtro y balón recargado de CO<sub>2</sub></i> .....	52
<i>Ilustración 23. Primera (sin filtro) y segunda (con filtro) experimentación</i> .....	54
<i>Ilustración 24:</i> .....	55
<i>Ilustración 25. Modelo del filtro</i> .....	56

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 1: Tabla de resultados de porcentaje de remoción de Ni (II)</i> .....	19
<i>Tabla 2: Codificación de los carbones activados por tratamiento</i> .....	19
<i>Tabla 3: área superficial y tamaño de poro promedio del adsorbente preparado.</i> .....	20
<i>Tabla 4. Análisis de cascara de coco</i> .....	29

<i>Tabla 5. Propiedades de la adsorción física</i> .....	31
<i>Tabla 6. Propiedades de la Adsorción Química</i> .....	32
<i>Tabla 7. Dimensiones del Filtro</i> .....	56
<i>Tabla 8. Resultados de las Características Físico-Químicas</i> .....	57
<i>Tabla 9. Concentraciones obtenidas por minuto en el primer uso del carbón</i> .....	58
<i>Tabla 10. Concentraciones obtenidas por minuto en el segundo uso del carbón</i> .....	60
<i>Tabla 11. Concentraciones obtenidas por minuto de (CO<sub>2</sub>) a 125 ml/min</i> .....	61

## **ÍNDICE DE GRAFICOS**

<i>Grafico 1. Matriz de Operacionalización de variables Fuente: Elaboración propia</i> .....	39
<i>Grafico 2. Diagrama de flujo de las etapas de la investigación</i> .....	42
<i>Grafico 3. Diagramas de la metodología utilizada en la investigación</i> .....	44
<i>Grafico 4. Concentraciones del dióxido de carbono en el primer uso del carbón.</i> .....	58
<i>Grafico 5. Concentraciones del dióxido de carbono en el segundo uso del carbón.</i> .....	60
<i>Grafico 6. Concentraciones del dióxido de carbono en el segundo uso del carbón a 125 ml/min</i> .....	62

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

<i>Anexo 1. Matriz de Consistencia</i> .....	71
<i>Anexo 2. Cotización del filtro</i> .....	72
<i>Anexo 3. Cotización del análisis de las características fisicoquímicas del carbón activado a base de cascara de coco</i> .....	73
<i>Anexo 4. Cadena de Custodia de Monitoreo</i> .....	75
<i>Anexo 5. Certificado de Acreditación del laboratorio</i> .....	76
<i>Anexo 6. Hoja de entrega del equipo detector de gases Multirae Lite</i> .....	77
<i>Anexo 7. Certificado de Calibración del detector Multigás</i> .....	78
<i>Anexo 8. Boletas de pago por el alquiler del equipo detector de gases Multirae Lite</i> .....	80
<i>Anexo 9. Cotización de alquiler del equipo detector de gases Multirae Lite</i> .....	81
<i>Anexo 10: Informe de ensayo de laboratorio</i> .....	83

Yo, **Lorgio Gilberto Valdiviezo Gonzales** docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Lima Este, revisor de la tesis titulada

" *Eficiencia del carbón activado a base de Cascara de Coco (Cocos Nueces) en la remoción del Dioxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) para mejorar la Calidad del Aire, 2018* "

del (de la) estudiante *Jael Anibal Rios Cámara*, constato que la investigación tiene un índice de similitud de *16.0%* verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Lugar y fecha *San Juan de Lurigancho, 12 de Diciembre del 2018*



Dr. Lorgio Gilberto Valdiviezo Gonzales  
DNI: 40323063

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