



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Eficiencia de la reducción de la carga orgánica utilizando nanotubos de carbono  
en los Humedades de Ventanilla, Callao, 2019”

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

Ingeniera Ambiental

**AUTORA:**

Aquino Soto, Marcia Lina (ORCID: 0000-0001-8474-9606)

**ASESOR:**

Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio (ORCID: 0000-0001-6837-7347)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de Residuos

**LIMA - PERÚ**

2019

## **DEDICATORIA**

A mis padres por el apoyo incondicional durante toda mi formación, a mis tíos y abuelo que también me apoyaron en situaciones complicadas y para aquellos que dieron su apoyo y confianza en mi persona.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme culminar esta etapa de mi vida. A mi asesor Dr. Eusterio Acosta Suasnabar por su aporte académico y motivación a realizar el presente estudio de investigación.

También agradecer a mis compañeros de Silvia, Lorena, Nilda por su apoyo en el desarrollo de la presente investigación.

Página del Jurado

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Aquino Soto, Marcia Lina identificada con DNI N° 70600741, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Gados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

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

Lima, Diciembre del 2019



---

MARCIA LINA, AQUINO SOTO

DNI: 70600741

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Gados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes mi tesis titulada “EFICIENCIA DE LA REDUCCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA UTILIZANDO NANOTUBOS DE CARBONO EN LOS HUMEDADES DE VENTANILLA, CALLAO, 2019”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Aquino Soto, Marcia Lina

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	13
II.MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	25
2.1 Diseño de Investigación.....	25
2.1.1 Tipo de investigación.....	25
2.1.2 Diseño de investigación .....	25
2.2. Variables Operacionalización .....	26
2.2.1 Variable independiente: .....	26
2.2.2 Variable dependiente: .....	26
2.3 Población, muestra y muestreo.....	27
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	28
2.5 Método de análisis de datos .....	34
2.6 Aspectos éticos .....	34
III. RESULTADOS .....	35
IV. DISCUSIÓN .....	57
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS .....	60
ANEXOS .....	67
ANEXO 1. Matriz de consistencia .....	67
ANEXO 2. Matriz de operacionalización de variables.....	68
ANEXO 3. Registro de datos en campo.....	69
ANEXO 4. Validación del instrumento.....	70

ANEXO 5. Cadena de custodia inicial .....	73
Anexo 6. Validación del instrumento .....	74
Anexo 7. Recolección de datos del tratamiento con nanotubos de carbono.....	77
Anexo 8. Validación del instrumento.....	78
Anexo 9. Cadena de custodia final.....	81
Anexo 10. Validación del instrumento .....	82
Anexo 11. Solicitud de laboratorio .....	85
Anexo 12. Recolección de muestras iniciales.....	86
Anexo 13. Nanotubos de carbono de pared múltiple. ....	87
Anexo 14. Caracterización de los nanotubos de carbono .....	88
Anexo 15. Parte experimental noviembre 2019.....	89
Anexo 16. Recopilación de datos.....	93
Anexo 17. Resultados de muestra inicial.....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Microscopía Electrónica de Barriado (SEM).....</i>	<i>.....</i>
<i>Figura 2: Horno tubular. ....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3: Sistema de control de gases. ....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4: Síntesis de nanotubos. ....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5: Humedales de Ventanilla, 2019.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 6: Recolección de muestras de agua del Humedal. ....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 7: Humedal de Ventanilla, 2019 ....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 8: Toma de muestra Setiembre, 2019. ....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 9: Nanotubos de carbono. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 10: Recolección de muestra Noviembre, 2019. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 11: Ensayo de jarras, laboratorio UCV. ....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 12. Promedios de remoción de DBO<sub>5</sub>.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 13. Promedios de remoción de DQO.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 14. Promedios de remoción de nitrógeno total. ....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 15. Gráfico de reducción de DBO<sub>5</sub>.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 16. Gráfico de reducción de DQO.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 17. Gráfico de reducción de nitrógeno total.....</i>	<i>36</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Técnicas e instrumentos.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2. Resultado de los parámetros iniciales.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 3. Comparación con el DS. 004- 2017. MINAN.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 4. Comparativo del análisis de DBO<sub>5</sub> con tres dosis diferentes de NTC. ....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 5. Comparativo del análisis de DQO con tres dosis diferentes de NTC. ....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 6. Comparativo del análisis de nitrógeno total con tres dosis diferentes de NTC.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 7. Cuadro de consolidados de resultados.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 8. Reducción de carga orgánica respecto a los tratamientos.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 9. Prueba de normalidad de reducción de carga orgánica respecto a los tratamientos.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 10. Prueba estadística de Anova.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 11. Tuckey de reducción de DBO<sub>5</sub>.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 12. Tuckey de reducción de DQO.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 13. Tuckey de reducción de nitrógeno total.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 14. Concentración de carga orgánica antes y después del tratamiento.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 15. Prueba de normalidad de reducción de carga orgánica.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 16. Prueba estadística t-student.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 17. Eficiencia de reducción de DBO<sub>5</sub>.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 18. Pruebad e normalidad de eficiencia de reducción de DBO<sub>5</sub>.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 19. Prueba estadística de Anova de un factor de eficiencia de reducción de DBO<sub>5</sub>.....</i>	<i>43</i>

## RESUMEN

En la presente tesis se utilizó los nanotubos de carbono para la remoción de carga orgánica presente en los Humedales de Ventanilla, Callao. La carga orgánica en el agua es la descomposición de materia biológica y los nanotubos de carbono son considerados adsorbentes de gran calidad que permite la remoción de carga orgánica en cuerpos de agua. El tipo de investigación fue aplicada con un diseño experimental. La población fue las aguas de los Humedales de Ventanilla y la muestra fue 10 L de agua de los Humedales de Ventanilla. Para la evaluación de los instrumentos se usó fichas de recolección de datos de los parámetros analizados y de los nanotubos de carbono. El tratamiento se realizó con tres cantidades diferentes de nanotubos de carbono (50 g, 100 g y 150 g). Los resultados de mayor eficiencia de remoción de DBO<sub>5</sub>, DQO y nitrógeno total en un 84%, 79% y 93% respectivamente fue con el tratamiento de 150 g de nanotubos de carbono cuya caracterización fue de diámetro 20 – 40 nm y longitud 10- 30 µm. Se determinó que los nanotubos de carbono son eficientes en la remoción de la carga orgánica del agua del Humedal.

**Palabras clave:** *Nanotubos de carbono, Humedal y carga orgánica.*

## **ABSTRACT**

In this thesis, carbon nanotubes were used for the removal of organic load present in the Ventanilla's Wetlands, Callao, the organic charge in the water is the decomposition of biological matter and carbon nanotubes are considered high quality adsorbents that allow the removal of organic load in bodies of water. The type of research was applied with an experimental design. The population was made up of 10 L of water from the Ventanilla's Wetlands. For the evaluation of the instruments were used as data collection sheets of the parameters and carbon nanotubes. The treatment was carried out with three different amounts of carbon nanotubes (50 g, 100 g and 150 g). The results of greater removal efficiency of BOD5, COD and total nitrogen in 84%, 79% and 93% respectively were with the treatment of 150 g of carbon nanotubes whose characterization was of diameter 20-40 nm and length 10-30  $\mu\text{m}$ . It was determined that carbon nanotubes are efficient in removing the organic load from wetland water.

**Keywords:** *Carbon nanotubes, Wetland and organic load.*