



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Uso del Musgo (*Sphagnum moss*) como Bioindicador de la Contaminación del Aire por Metales Pesados, Dióxido de Azufre y Monóxido de Carbono, en Puente Piedra – Lima 2017”

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

**AUTOR:**

Esgas Elvis, Lopez Yupanqui

**ASESOR:**

Dr. Jorge Leonardo, Jave Nakayo

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA – PERÚ**

**2017 – II**

## **Dedicatoria**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por permitirme la dicha de tener a las personas exactas a mi lado, que han sido mi fortaleza y compañía a lo largo de este periodo de estudio.

A mi hermosa madre que a pesar de toda la adversidad supo guiarme, fortalecerme y educarme a lo largo de mi vida, por ser el motor y motivo fundamental en todo lo que soy y por el apoyo incondicional que me brinda día a día, a mi hermosa madrina por su apoyo incondicional brindado en mi vida.

Todo el esfuerzo puesto en este trabajo ha sido posible gracias a mi madre.

## **Agradecimiento**

Al Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo por el apoyo y confianza a lo largo del desarrollo de esta investigación, a la familia Luy Vázquez por los consejos y motivación de lucha desde pequeño y a la señora Eufemia por permitirme el uso de sus instalaciones desinteresadamente. A mi amada madre y madrina por brindarme el apoyo y las ganas de salir adelante, a todas las personas que me brindaron un granito de arena en este proceso académico.

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Uso del Musgo (*Sphagnum moss*) como Bioindicador de la Contaminación del Aire por Metales Pesados, Dióxido de Azufre y Monóxido de Carbono, En Puente Piedra – Lima 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

ESGAS ELVIS LOPEZ YUPANQUI

# ÍNDICE

	Pág.
<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
1.1 Realidad Problemática .....	4
1.2 Trabajos Previos .....	5
1.3 Teorías Relacionadas al Tema .....	11
1.3.1 Características del Distrito de Puente Piedra .....	11
1.3.2 Contaminación en el Distrito de Puente Piedra .....	12
1.3.3 Contaminación Ambiental .....	12
1.3.5 Principales Gases Contaminantes del Aire .....	12
1.3.6 Metales Pesados .....	13
1.3.7 Principales Metales Contaminantes del Aire .....	13
1.3.8 Emisión.....	14
1.3.9 Parámetros de Contaminación.....	14
1.3.10 Consecuencias de Contaminación Ambiental .....	14
1.3.11 Bioindicadores .....	15
1.3.12 Importancia De Bioindicadores Ambientales .....	17
1.3.13 Musgo.....	17
1.3.14 <i>Sphagnum moss</i> .....	19
1.3.15 Uso del Musgo como Bioindicadores .....	19
1.4 Formulación del problema.....	20
1.4.1 Problema General:.....	20
1.4.2 Problemas Específicos: .....	20
1.5 Justificación del Estudio.....	21
1.6 Hipótesis.....	22
1.6.1 Hipótesis General .....	22
1.6.2 Hipótesis Específica .....	23
1.7 Objetivos.....	23
1.7.1 Objetivo General.....	23
1.7.2 Objetivos Específicos .....	23
<b>II. MÉTODO</b> .....	<b>24</b>
2.1 Diseño de Investigación .....	24

2.2 Variables, Operacionalización.....	24
2.3 Población y Muestra .....	26
2.3.1 Población.....	26
2.3.2 Muestra .....	26
2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad .....	28
2.4.1 Técnicas .....	28
2.4.2 Instrumentos .....	28
2.4.3 Validez.....	30
2.5 Métodos de análisis de datos.....	31
2.6 Aspectos éticos.....	31
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
3.2 Dirección del Viento .....	32
3.2 Análisis de Calidad de Aire en Puente Piedra .....	34
3.2 Análisis del Musgo ( <i>Sphagnum moss</i> ) .....	36
3.3 Análisis de los Musgos ( <i>Sphagnum moss</i> ) 3 Semanas .....	37
3.4 Análisis de los Musgos 5 semanas .....	38
3.5 Prueba de Wilcoxon para demostrar la Eficiencia de los Musgos como Bioindicadores de la Contaminación del Aire .....	40
3.5.1 Prueba de Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ).....	40
3.5.2 Prueba de Monóxido de Carbono (CO).....	41
3.5.3 Prueba de Plomo (Pb) .....	41
3.5.4 Prueba de Cadmio (Cd).....	42
3.6 Puntos con mayor concentración de Contaminantes obtenidos por el Monitoreo de Instrumento (M).....	42
3.6.1 Puntos con mayor concentración por Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	43
3.6.2 Puntos con mayor concentración por Monóxido de Carbono (CO) .....	44
3.6.3 Puntos con mayor concentración por Plomo (Pb) .....	45
3.6.4 Puntos con mayor concentración por Cadmio (Cd).....	46
3.8 Resultados de las 3 semanas a través de la prueba de Clasificación con Signos de Wilcoxon .....	48
3.8.1 Prueba de Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ).....	48
3.8.2 Prueba de Monóxido de Carbono (CO).....	49
3.8.3 Prueba de Plomo (Pb) .....	50

3.8.4 Prueba de Cadmio (Cd) .....	50
3.9 Pruebas de comparación de resultados de 3 semanas vs 5 semanas de los Musgos .....	51
3.9.1 Prueba de Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	51
3.9.2 Prueba de Monóxido de Carbono (CO) .....	53
3.9.3 Prueba de Plomo (Pb) .....	56
3.9.4 Prueba de Cadmio (Cd) .....	58
I. DISCUSIÓN .....	62
II. CONCLUSIÓN .....	65
III. RECOMENDACIÓN .....	67
IV. REFERENCIAS .....	68
ANEXOS .....	94

**Anexo N°1: FICHA MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE**

**Anexo N°2: FICHA DE CUSTODIA DEL MUSGO**

**Anexo N°3: FICHA DE SUPERVISIÓN DE LA MUESTRA**

**Anexo N°4: FICHA DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA**

**Anexo N°5: FICHA DE RESULTADOS DE MONITOREO DEL AIRE**

**Anexo N°6: FICHA DE RESULTADOS DE MONITOREO POR EL BIOINDICADOR DE METALES PESADOS, DIÓXIDO DE AZUFRE Y MONÓXIDO DE CARBONO**

**Anexo N°7: SOLICITUDES DE VALIDACIÓN**

**Anexo N°8: EVALUACIÓN DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTOS**

**Anexo N°9: MAPA DE MONITOREO DE AIRE (M)**

**Anexo N°10: INFORME DE ENSAYO DEL LABORATORIO DE LOS 10 PUNTOS POR INSTRUMENTO**

**Anexo N°11: ENSAYO DE LABORATORIO DEL MUSGO (*Sphagnum moss*)**

**Anexo N°12: ENSAYO DE LABORATORIO DEL MUSGO (*Sphagnum moss*) DE LOS 10 PUNTOS**

**Anexo N°13: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1 Operacionalidad de Variables .....	25
Tabla N° 2 Resultado de la dirección del Viento .....	32
Tabla N° 3 Resultados de Monitoreo del Aire (M) .....	34
Tabla N° 4 Método de Análisis del Laboratorio .....	35
Tabla N° 5 Resultados de Análisis de Musgos (Sphagnum moss) (1 Kg) .....	36
Tabla N° 6 Métodos de Análisis del Laboratorio .....	36
Tabla N° 7 Resultado del Análisis de las diez muestras de Musgo (Sphagnum moss) .....	37
Tabla N° 8 Métodos de Análisis del Laboratorio .....	38
Tabla N° 9 Resultado del Análisis de las diez muestras de Musgo (Sphagnum moss) .....	38
Tabla N° 10 Métodos de Análisis del Laboratorio.....	39
Tabla N° 11 Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	43
Tabla N° 12 Monóxido de Carbono (CO) .....	44
Tabla N° 13 Plomo (Pb).....	45
Tabla N° 14 Cadmio (Cd).....	46
Tabla N° 15 Mediana Muestral de Resultados .....	48



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
<b>Gráfico N° 1</b> Velocidad del Viento .....	33
<b>Gráfico N° 2</b> Dirección del Viento (Rosa de Viento).....	33
<b>Gráfico N° 3</b> Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	43
<b>Gráfico N° 4</b> Monóxido de Carbono (CO) .....	45
<b>Gráfico N° 5</b> Plomo (Pb).....	46
<b>Gráfico N° 6</b> Cadmio (Cd) .....	47
<b>Gráfico N° 7</b> Gráfica de valores individuales de 3_Dióxido de, 5_Dióxido de .....	52
<b>Gráfico N° 8</b> Gráfica de caja de 3_Dióxido de, 5_Dióxido de.....	53
<b>Gráfico N° 9</b> Gráfica de valores individuales de 3_Monóxido d, 5_Monóxido .....	55
<b>Gráfico N° 10</b> Gráfica de caja de 3_Monóxido d, 5_Monóxido.....	55
<b>Gráfico N° 11</b> Gráfica de valores individuales de 3_Plomo (Pb), 5_Plomo (Pb) ..	57
<b>Gráfico N° 12</b> Gráfica de caja de 3_Plomo (Pb), 5_Plomo (Pb).....	58
<b>Gráfico N° 13</b> Gráfica de valores individuales de 3_Cadmio (Cd, 5_Cadmio (Cd) .....	60
<b>Gráfico N° 14</b> Gráfica de caja de 3_Cadmio (Cd, 5_Cadmio (Cd) .....	60

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA

	Pág.
<b>Fotografía N° 1</b> Elaboración de las Esferas.....	75
<b>Fotografía N° 2</b> Obtención del Musgo .....	75
<b>Fotografía N° 3</b> Limpieza del Musgo .....	76
<b>Fotografía N° 4</b> Pesaje de 100 gr de Musgo .....	76
<b>Fotografía N° 5</b> Colocación del Musgo en la Esfera .....	77
<b>Fotografía N° 6</b> Sellado de la Esfera .....	77
<b>Fotografía N° 7</b> Presentación de la Muestra.....	78
<b>Fotografía N° 8</b> Presentación del Brazo de Soporte.....	78
<b>Fotografía N° 9</b> Colocación de la Esfera en el Brazo de Muestreo.....	79
<b>Fotografía N° 10</b> Presentación de los Soportes de Muestreo .....	79
<b>Fotografía N° 11</b> Colocación de la Muestra Av. San Miguel c/ Panamericana Norte .....	80
<b>Fotografía N° 12</b> Colocación de la Muestra Av. San Juan de Dios c/ Panamericana Norte .....	80
<b>Fotografía N° 13</b> Colocación de la Muestra Av. Juan Lecaros c/ Panamericana Norte .....	81
<b>Fotografía N° 14</b> Colocación de la Muestra Panamericana Norte 4 .....	81
<b>Fotografía N° 15</b> Colocación de la Muestra Panamericana Norte 35 .....	82
<b>Fotografía N° 16</b> Colocación de la Muestra Av. Leónidas Gutiérrez c/ Panamericana Norte .....	82
<b>Fotografía N° 17</b> Colocación de la Muestra Panamericana Norte 792.....	83
<b>Fotografía N° 18</b> Colocación de la Muestra Av. San Martin c/ Panamericana Norte .....	83
<b>Fotografía N° 19</b> Colocación de la Muestra Pasaje San Miguel .....	84
<b>Fotografía N° 20</b> Colocación de la Muestra Av. San Juan c/ Panamericana Norte .....	84
<b>Fotografía N° 21</b> Supervisión de la Muestra Av. San Miguel c/ Panamericana Norte Semana 3.....	85
<b>Fotografía N° 22</b> Supervisión de la Muestra Av. San Juan de Dios c/ Panamericana Norte .....	85

<b>Fotografía N° 23</b> Supervisión de la Muestra Av. Juan Lecaros c/ Panamericana Norte .....	86
<b>Fotografía N° 24</b> Supervisión de la Muestra Panamericana Norte 4.....	86
<b>Fotografía N° 25</b> Supervisión de la Muestra Panamericana Norte 35.....	87
<b>Fotografía N° 26</b> Supervisión de la Muestra Av. Leónidas Gutiérrez c/ Panamericana Norte .....	87
<b>Fotografía N° 27</b> Supervisión de la Muestra Panamericana Norte 792.....	88
<b>Fotografía N° 28</b> Supervisión de la Muestra Av. San Martín c/ Panamericana Norte .....	88
<b>Fotografía N° 29</b> Supervisión de la Muestra Pasaje San Miguel .....	89
<b>Fotografía N° 30</b> Supervisión de la Muestra Av. San Juan c/ Panamericana Norte .....	89
<b>Fotografía N° 31</b> Recolección de las Muestra en cada Punto Semana 3 .....	90
<b>Fotografía N° 32</b> Recolección de las Muestra en cada Punto Semana 3 .....	90
<b>Fotografía N° 33</b> Muestra Semana 3.....	91
<b>Fotografía N° 34</b> Supervisión de las Muestra Semana 5 .....	91
<b>Fotografía N° 35</b> Supervisión de las Muestra Semana 5 .....	92
<b>Fotografía N° 36</b> Recolección de las Muestra en cada Punto .....	92
<b>Fotografía N° 37</b> Muestra Semana 5.....	93
<b>Fotografía N° 38</b> Monitoreo de calidad del aire .....	93

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1 Mapa del Área de Estudio.....	27
---	----

## RESUMEN

La calidad de aire en el distrito de Puente Piedra alcanzó un alto índice de contaminación en los últimos años, siendo necesario tomar medidas adecuadas para realizar un correcto monitoreo ambiental de los principales contaminantes de aire que afectan la salud de los pobladores del distrito.

En el presente trabajo de investigación se recurrió a un conjunto de herramientas, tales como el monitoreo ambiental, el empleo de un bioindicador biológico, así como también las técnicas BC-CMA-463 para evaluar Monóxido de Carbono, BC-CMA-432 para el análisis de Dióxido de Azufre y la técnica de Espectrometría de Absorción Atómica para la evaluación de metales pesados (Pb y Cd), que se encuentran absorbidos por el musgo (*Sphagnum moss*).

Es por tal motivo que se realizó un monitoreo de aire en 10 puntos del distrito de Puente Piedra, para luego hacer el monitoreo a través del musgo (*Sphagnum moss*) en dos periodos de tiempos distintos (3 semanas y 5 semanas) expuestas en el medio ambiente con los mismos puntos de monitoreo, para luego pasar al análisis químico y comparar los resultados; donde se determinará también la influencia del tiempo sobre la absorción del bioindicador biológico.

El objetivo de este estudio es evaluar la eficiencia del uso del musgo (*Sphagnum moss*) como bioindicador frente a la contaminación atmosférica en el distrito de Puente Piedra. Para ello, se aplicó metodología europea, verificando así que el método utilizado si es aplicable en la evaluación de la contaminación del aire.

De esta manera se pretende demostrar que la metodología es factible para el monitoreo frente a la contaminación atmosférica, dando paso a una contribución de un alcance más rentable en cuanto a monitoreo de aire.

**Palabras claves:** Bioindicador, musgo, contaminación del aire, contaminantes, distrito de Puente Piedra.

## ABSTRACT

The quality of air in Puente Piedra district has a high value of contamination in recent years. and it is necessary to take adequate measures to carry out a proper environmental monitoring of the main air pollutants that affect the health of the district's inhabitants.

In this research, a set of tools was used, such as environmental monitoring, a biological bio indicator, the techniques BC-CMA-463 to evaluate Carbon Monoxide, BC-CMA-432 for the analysis of Sulfur Dioxide and the Spectrometry technique of Atomic Absorption for the heavy metals (Pb and Cd) evaluation, which are absorbed by moss (Sphagnum moss).

The reason why an air monitoring was carried out in 10 points of the Puente Piedra district, to then monitor through the moss (Sphagnum moss) in two different periods of time (3 weeks and 5 weeks) exposed in the environment with the monitoring points, to then move on to the chemical analysis and compare the results; where the influence of time on the absorption of the biological bioindicator will also be determined.

The objective of this study is to evaluate the efficiency of the use of moss (Sphagnum moss) as a bio indicator against air pollution in Puente Piedra district. For this, European methodology was applied, verifying that the method used is applicable in the evaluation of air pollution.

In this way, we can demonstrate that the methodology is feasible for monitoring against air pollution, giving way to a contribution of a more profitable scope in terms of air monitoring.

**Keywords:** Bio indicator, moss, air pollution, pollutants, Puente Piedra