



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

“DEPURACIÓN DE PLOMO DE AGUAS CONTAMINADAS DE LA  
ESTACIÓN 8A RÍO CHILLÓN UTILIZANDO ESPECIES CIPERÁCEAS  
*Typha dominguensis* (TOTORA) y *Cyperus papyrus L.* (PAPIRO) EN  
HUMEDALES ARTIFICIALES A ESCALA LABORATORIO, VENTANILLA  
– 2014”

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

**AUTORA**

PEÑA ROJAS, DAYSI MARIBEL

**ASESORA**

ING. MARÍA DEL CARMEN AYLAS HUMAREDA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD

**LIMA-PERÚ**

**2014 – II**

## JURADO

---

Mag. Rosa Rodríguez Anaya  
(Presidente)

---

Dr. Ing. Jhonny Valverde Flores  
(Secretario)

---

Ing. María del Carmen Aylas Humareda  
(Vocal)

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, ya que por intermedio de su hijo Jesucristo me ha demostrado su infinito poder al guiar mi camino y permitir que se vayan cumpliendo mis objetivos satisfactoriamente.

A mis padres Alcides Peña Cruz y Santos Rojas Mejía por su lucha incansable a lo largo de mi vida, por su apoyo incondicional en todo momento y por confiar siempre en mi realización tanto personal como profesional.

A mi gran amiga Magdalith Martínez Lecca por haberme ayudado y apoyado en el cumplimiento de mi objetivo y por sus palabras de ánimo y apoyo.

Daysi Maribel Peña Rojas

## AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por haberme demostrado que no hay obstáculo imposible de vencer y por haberme dado las herramientas precisas para luchar por mis objetivos.

A mi familia en especial a mis padres por su gran apoyo en todo momento y circunstancia. Gracias por todo.

Al Dr. Abner Chávez Leandro, al Dr. Ing. Jhonny Valverde Flores al Mag. Ing. Amancio Guzmán Rodríguez, a la Mag. Rosa Rodríguez Anaya y a la Ing. María del Carmen Aylas Humareda por la asesoría brindada a lo largo de la realización de la tesis.

A Magdalith Martínez Lecca, por ser una gran amiga, por ser una pieza clave en la realización de este trabajo, gracias amiga por haberme demostrado tu amistad y confianza desmedidamente.

A mi amigo Juan Sopia Herrera por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera profesional.

Al Comandante PNP Aguilar Lizarzaburu Juan por los permisos brindados que fueron necesarios en el cumplimiento de este mi objetivo.

Daysi Maribel Peña Rojas

### **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo Daysi Maribel PEÑA ROJAS con DNI N° 46261075, 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 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 César Vallejo.

---

Daysi Maribel Peña Rojas

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “DEPURACIÓN DE PLOMO DE AGUAS CONTAMINADAS DE LA ESTACIÓN 8A RÍO CHILLÓN UTILIZANDO ESPECIES CIPERÁCEAS *Typha dominguensis* (TOTORA) y *Cyperus papyrus* L. (PAPIRO) EN HUMEDALES ARTIFICIALES A ESCALA LABORATORIO, VENTANILLA – 2014”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Peña Rojas, Daysi Maribel.

## ÍNDICE GENERAL

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice General	vii
Índice de figuras	viii
Índice de tablas	x
Índice de anexos	xí
<b>RESUMEN</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiii</b>
<b>I.INTRODUCCIÓN</b>	<b>01</b>
1.1. Problema	18
1.2. Objetivos	19
<b>II. MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>20</b>
2.1. Hipótesis	20
2.2. Variables	21
2.3. Operacionalización de Variables	21
2.4. Metodología	21
2.5. Tipo de Estudio	22
2.6. Diseño	22
2.7. Población, Muestra y Muestreo	23
2.8. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	25
2.9. Método de Análisis de Datos	34
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>39</b>
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	<b>47</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS.

	pág.
Figura N° 01: Humedal artificial con flujo libre	08
Figura N° 02: Humedal artificial con flujo subsuperficial	09
Figura N° 03: Humedal artificial de flujo horizontal.	10
Figura N° 04: Humedal artificial de flujo vertical.	11
Figura N° 05: Componentes de los humedales artificiales	11
Figura N° 06: Vista panorámica de la especie ciperácea <i>Typha dominguensis</i> (Totora).	12
Figura N° 07: Vista panorámica de la especie ciperácea <i>Cyperus papyrus</i> L (Papiro).	13
Figura N° 08: Diseño de un humedal artificial con especificaciones de la totora y papiro.	23
Figura N° 09: Vista panorámica de la zona de estudio Estación 8A río Chillón.	26
Figura N° 10: Toma de la muestra pre-test de la Estación 8A río Chillón.	27
Figura N° 11: Materiales para la construcción de los humedales artificiales.	27
Figura N° 12: Sustrato (piedra).	28
Figura N° 13: Sustrato (arena gruesa).	28
Figura N° 14: Sustrato (arena fina).	28
Figura N° 15: Especies ciperáceas Totora.	29
Figura N° 16: Especies ciperáceas Papiro.	30
Figura N° 17: Sembrío de las especies Totora y Papiro.	30
Figura N° 18: Extracción de agua de la Estación 8A río Chillón.	31
Figura N° 19: Totora y papiro a los 30 días de sembrados.	32
Figura N° 20: Evolución de las especies ciperáceas totora y papiro.	33
Figura N° 21: Adaptabilidad de las plantas Totora y Papiro y crecimiento de brotes de ambas especies	40
Figura N° 22: Porcentaje de Adaptabilidad de las plantas Totora y Papiro.	41

Figura N° 23: ECA – AGUA y concentraciones de depuración de plomo (Totora).	42
Figura N° 24: ECA – AGUA y concentraciones de depuración de plomo (Papiro).	43
Figura N° 25: Porcentaje de depuración de plomo utilizando Totora y Papiro	44
Figura N° 26: Comparación de la regresión lineal de depuración de plomo (mg/L) entre la Totora y el Papiro en función del tiempo.	45

## ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla N° 01: Taxonomía de la planta <i>Typha dominguensis</i> (Totora).	13
Tabla N° 02: Taxonomía de la especie ciperácea <i>Cyperus papyrus</i> L (Papiro).	14
Tabla N° 03: Estaciones consideradas por la DIGESA para la evaluación de riesgos.	15
Tabla N° 04: Operacionalización de variables.	21
Tabla N° 05: Técnicas e instrumentos de datos.	25
Tabla N° 06: Prueba de normalidad.	35
Tabla N° 07: Criterios para la interpretación de la prueba Shapiro – Wilk.	35
Tabla N° 08: Prueba de Levene´s para homogeneidad de varianzas.	36
Tabla N° 09: Criterios para la interpretación de la prueba Levene´s.	37
Tabla N° 10: Prueba de muestras independientes	38
Tabla N° 11: Adaptabilidad de plantas y crecimiento de brotes a los 45 días de sembradas las especies Totora y Papiro	39
Tabla N° 12: Especies ciperáceas y porcentaje de adaptación.	41
Tabla N° 13: ECA – AGUA y concentraciones de depuración de plomo (Totora).	42
Tabla N° 14: ECA – AGUA y concentraciones de depuración de plomo (Papiro).	43
Tabla N° 15: Porcentaje de depuración de plomo (Totora y Papiro)	44
Tabla N° 16: Concentración de plomo (Totora) y concentración de plomo (Papiro).	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1: Matriz de consistencia.	54
Anexo 2: Estaciones del río Chillón.	55
Anexo 3: Balance de materia	55
Anexo 4: Estación 8A río Chillón.	56
Anexo 5: Resultado del análisis preliminar de agua.	57
Anexo 6: ECA – AGUA D.S N° 002- 2008- MINAM.	57
Anexo 7: Especificaciones de las especies ciperáceas <i>Typha domingensis</i> (Totora) y <i>Cyperus papyrus</i> L (Papiro)	58
Anexo 8: Materiales para elaborar los humedales artificiales.	59
Anexo 9: Tubería de salida del efluente.	59
Anexo 10: Agua de ingreso a los Humedales Artificiales (1) y Agua de salida (2).	60
Anexo 11: Brotes de Totora a los 45 días de sembrados.	60
Anexo 12: Brotes de Papiro a los 45 días de sembrados.	61
Anexo N° 13: Vista de las raíces la Totora.	61
Anexo N°14: Vista de las raíces del papiro.	62
Anexo N°15: Vista de los tallos (parte interna) de la totora y el papiro.	62
Anexo N° 16: Certificación de identificación botánica <i>Typha Domingensis</i> (Totora)	63
Anexo N° 17: Certificación de identificación botánica <i>Cyperus papyrus</i> (Papiro)	64
Anexo N° 18: Reporte de análisis de muestras por ICP (laboratorio SAG)	65
Anexo N° 19: Informe de ensayo N° 084299 (laboratorio SAG)	66
Anexo N° 20: Informe de ensayo N° 084473 (laboratorio SAG)	67
Anexo N° 21: Informe de ensayo N° 084624 (laboratorio SAG)	68
Anexo N° 22: Informe de ensayo N° 084721 (laboratorio SAG)	69
Anexo N° 23: Cadenas de custodia	70-73
Anexo N° 24: Hoja de Campo	74

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo principal depurar plomo de aguas contaminadas de la estación 8A río Chillón utilizando especies ciperáceas *Typha dominguensis* (Totora) y *Cyperus papyrus L.* (Papiro) en humedales artificiales a escala laboratorio, para lograr dicho objetivo se realizó un análisis preliminar de las aguas de la Estación 8A río Chillón como resultado se obtuvo una concentración inicial de 0.0364 mg/L de plomo presente en dichas aguas, este resultado estuvo por encima de los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S N° 002-2008-MINAM el cual establece un ECA de 0.001 mg/L para aguas de ríos en la categoría 4: Conservación del ambiente acuático. Después de conocer la concentración de plomo se construyó dos humedales artificiales a escala laboratorio con dimensiones de 40 cm de largo, 30 cm de ancho y 40 cm de altura donde se sembró 4 plantas de la especie ciperácea *Thypha dominguensis* (Totora) en el primer humedal y 4 plantas de la especie ciperácea *Cyperus papyrus L.* (Papiro) en el segundo humedal haciendo un total de 08 plantas sembradas, como medio o sustrato se utilizó piedra chancada, arena gruesa y arena fina y como afluente se dosificó por 4 semanas 720 L de agua potable con la finalidad de lograr la adaptación de las especies, luego se dosificó por 5 semanas 900L de aguas contaminadas con plomo de la Estación 8A río Chillón, distrito de Ventanilla Para demostrar la depuración de plomo mediante las especies ciperáceas antes mencionadas se utilizó por 4 semanas muestras de 1 L de agua extraídas semanalmente del efluente de salida de cada humedal. Como resultados se obtuvo que la especie ciperácea *Thypha dominguensis* (Totora) alcanzó una concentración final de plomo de 0.0009 mg/L lo que equivale al 97.53% de depuración de este metal y la especie ciperácea *Cyperus papyrus* (Papiro) alcanzó una concentración final de plomo de 0.001 mg/L lo que equivale al 97.25% del metal antes mencionado. En ambos casos se cumplió con las exigencias de los Estándares de Calidad Ambiental para agua - categoría 4 y se llegó a concluir que las ciperáceas *Typha dominguensis* (Totora) y *Cyperus papyrus L.* (Papiro) son altamente eficaces en la depuración de plomo.

**PALABRAS CLAVE:** Depuración, humedales artificiales, plomo.

## ABSTRACT

The present thesis took as a main target to purify lead of waters contaminated of the Estación 8A river Chillón using species ciperáceas *Typha dominguensis* (Totora) and *Cyperus papyrus* L. (Papiro) in artificial wetlands to scale laboratory, to achieve the above mentioned target realized a preliminary analysis of the waters of the Estación 8A river Chillón as result obtained an initial concentration of 0.0364 mg/L of present lead in the above mentioned waters, this result was over the Standards of Environmental quality established in D.S N ° 002-2008-MINAM which establishes an ECA of 0.001 mg/L for rivers waters in the category 4: Conservation of the aquatic ambience. After knowing the lead concentration, he constructed himself two artificial wetlands to scale laboratory with dimensions 40 cm long, 30 cm wide and 35 cm high where *Thypha dominguensis* (Totora) sowed 4 plants of the species ciperácea in the first wetland and 4 plants of the species ciperácea *Cyperus papyrus* L. (Papiro) in the second wetland doing a whole of 08 sowed plants, like way or substratum used stone chancada, thick sand and thin sand and as tributary was dosed for 4 weeks 720 L of drinking water for the purpose of achieving the adaptation of the species, then was dosed for 5 weeks 900L of waters contaminated with lead of the Estación 8A river Chillón, Ventanilla district to demonstrate the lead treatment by means of the species ciperáceas earlier mentioned used for 4 weeks samples of 1 L of water extracted weekly from the effluent one of exit of every wetland. As results it was obtained that the species ciperácea *Thypha dominguensis* (Totora) reached a final concentration of lead of 0.0009 mg/L what is equivalent to 97.53 % of treatment of this metal and the species ciperácea *Cyperus papyrus* (Papiro) reached a final concentration of lead of 0.001 mg/L what is equivalent to 97.25 % of the metal earlier mentioned. In both cases it was fulfilled by the requirements of the Standards of Environmental quality for water - category 4 and went so far as to conclude that the ciperáceas *Typha dominguensis* (Totora) and *Cyperus papyrus* L. (Papiro) are highly effective in the lead treatment.

**KEY WORDS:** Treatment, artificial wetlands, lead.