



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Remoción de cobre, níquel y hierro con *Eichhornia Crassipes* y *Salvinia spp* en aguas del Río Chillón, para fines de riego de vegetales en Ventanilla CHI15 ,2019.

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

Ingeniera Ambiental

**AUTORA:**

Br. Concepción Muñoz, Xuxa Alison (ORCID: 0000-0003-4623-9212)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (ORCID:0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA- PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dirigido a mis padres Camilo Concepción Luna y Juana Muñoz Huertas por su apoyo constante en esta etapa de estudiante que fue difícil debido a las limitaciones y adversidades, que a lo largo del tiempo estuvieron presente brindándome su ayuda.

También le dedico a una persona muy especial en mi vida, mi hijo Aarón Blas Concepción que es mi gran motivación para seguir adelante día a día y demostrarle que todo en esta vida es posible.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por guiar mi camino profesional, permitir llegar hasta esta etapa culminante de mi carrera universitaria y también por brindarme salud para poder lograr mis metas.

A la Universidad Cesar Vallejo por nutrirme de conocimientos y apoyarme en su aplicación en el campo profesional.

A mi asesor Jorge Jave Nakayo y mis profesores que me brindaron la asesoría para llevar a buen término mis estudios de investigación.

## ÍNDICE

CARÁTULA .....	1
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO .....	28
<b>2.1. Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>28</b>
<b>2.2. Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.1. Población .....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.2. Muestra.....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.3. Muestreo .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.1. Técnicas .....</b>	<b>31</b>
<b>2.4. Procedimiento.....</b>	<b>34</b>
<b>2.5. Método de análisis de datos.....</b>	<b>37</b>
<b>2.6. Aspectos Éticos .....</b>	<b>37</b>
III. RESULTADOS .....	38
<b>3.1. Metales pesados con <i>salvinia spp</i> .....</b>	<b>38</b>

<b>3.2 Metales pesados con <i>Eichhornia crassipes</i></b> .....	45
<b>3.3 Parámetros fisicoquímicos con <i>salvinia</i></b> .....	51
<b>3.4 Parámetros fisicoquímicos con <i>Eichhornia crassipes</i></b> .....	60
I. DISCUSIÓN.....	80
II. CONCLUSIONES.....	82
III. RECOMENDACIONES .....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
ANEXOS .....	88
Anexo 1 fotos de toma de muestra .....	88
Anexo 2 Validación de instrumentó por Dr: Jorge Jave.....	89
Anexo 3 validación de instrumento por el Dr Juan peralta.....	91
Anexo 4 Validación de instrumento por el Dr: Carlos Castañeda.....	93
Anexo 5 Fichas de variables meteorológicas .....	95
Anexo 6 Registro de salida a campo. ....	96
Anexo 7 Análisis del muestreo.....	97
Anexo 8 Primer análisis de remoción con <i>Eichhornia</i> y <i>Salvinia</i> .....	98
Anexo 10 Tercer análisis de remoción con <i>Eichhornia</i> y <i>Salvinia</i> .....	100
Anexo 11 Primer análisis de laboratorio de parámetros físicos químicos.....	101
Anexo 13 Tercer análisis de laboratorio de parámetros físicos químicos .....	103

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 ECA de Categoría 3 riego de vegetales .....	23
Tabla 2 ECA de Categoría 4 conservación acuático.....	24
Tabla 3 LMP Efluentes de actividad minera y metalúrgica.....	25
Tabla 4 Operacionalización de Variables .....	29
Tabla 5 Técnicas e instrumentos.....	30
Tabla 6 Validación de instrumentos por los expertos.....	33
Tabla 7 Estadística descriptiva –Cu.....	38
Tabla 8 Prueba de normalidad para remoción de Cu con <i>salvinia</i> .....	38
Tabla 9 Prueba de ANOVA en remoción de Cu con <i>salvinia</i> .....	39
Tabla 10 Estadística Descriptiva –Ni Total .....	40
Tabla 11 Prueba de normalidad para la remoción de Ni con <i>salvinia</i> .....	41
Tabla 12 Prueba de ANOVA en remoción de Ni con <i>salvinia</i> .....	42
Tabla 13 Estadística Descriptiva –Fe Total .....	42
Tabla 14 Prueba de Normalidad Fe con <i>salvinia</i> .....	43
Tabla 15 Prueba de ANOVA en remoción de Fe con <i>salvinia</i> .....	44
Tabla 16 Estadística descriptiva –Cu con <i>Eichhornia</i> .....	45
Tabla 17 Prueba de Normalidad de remoción de Cu con <i>Eichhornia</i> .....	45
Tabla 18 Prueba de efectos inter-sujetos de remoción de Cu con <i>Eichhornia</i> .....	46
Tabla 19 Estadística Descriptiva –Ni total con <i>Eichhornia</i> .....	47
Tabla 20 Prueba de Normalidad de remoción Ni con <i>Eichhornia</i> .....	48
Tabla 21 Prueba de efectos inter-sujetos de remoción de Ni con <i>Eichhornia</i> .....	48
Tabla 22 Estadísticos Descriptivo -Fe total .....	49
Tabla 23 Prueba de Normalidad de remoción de Fe con <i>Eichhornia</i> .....	50
Tabla 24 Prueba de efectos inter-sujetos de remoción de Fe con <i>Eichhornia</i> .....	51
Tabla 25 Estadístico Descriptivo de pH con <i>salvinia</i> .....	51
Tabla 26 Prueba de Normalidad del pH con <i>salvinia</i> .....	52
Tabla 27 Prueba de efectos inter-sujetos del pH con <i>salvinia</i> .....	53
Tabla 28 Estadístico Descriptivo de la temperatura con <i>salvinia</i> .....	54
Tabla 29 Prueba de normalidad de la temperatura con <i>salvinia</i> .....	54
Tabla 30 Prueba de efecto inter-sujetos de temperatura con <i>salvinia</i> .....	55
Tabla 31 Estadístico descriptivo de oxígeno disuelto con <i>salvinia</i> .....	56
Tabla 32 Prueba de normalidad de oxígeno disuelto con <i>salvinia</i> .....	56
Tabla 33 Prueba de inter-sujetos de oxígeno disuelto con <i>salvinia</i> .....	57
Tabla 34 Estadística descriptiva de conductividad con <i>salvinia</i> .....	58

Tabla 35 Prueba de normalidad de la conductividad con <i>salvinia</i> .....	58
Tabla 36 Prueba de inter-sujetos de la conductividad con <i>salvinia</i> .....	59
Tabla 37 Estadística Descriptiva del pH con <i>Eichhornia</i> .....	60
Tabla 38 Prueba de normalidad del pH con <i>Eichhornia</i> .....	61
Tabla 39 Prueba de inter-sujetos del pH con <i>Eichhornia</i> .....	62
Tabla 40 Estadística descriptiva de la temperatura con <i>Eichhornia</i> .....	62
Tabla 41 Prueba de normalidad de la temperatura con <i>Eichhornia</i> .....	63
Tabla 42 Prueba de inter-sujetos de la temperatura con <i>Eichhornia</i> .....	64
Tabla 43 Estadística descriptiva de oxígeno disuelto con <i>Eichhornia</i> .....	64
Tabla 44 Prueba de normalidad de oxígeno disuelto con <i>Eichhornia</i> .....	65
Tabla 45 Prueba de efectos inter-sujetos de oxígeno disuelto con <i>Eichhornia</i> .....	66
Tabla 46 Estadística descriptiva de la conductividad con <i>Eichhornia</i> .....	67
Tabla 47 Prueba de normalidad de la conductividad con <i>Eichhornia</i> .....	67
Tabla 48 Prueba de efecto inter-sujetos de la conductividad con <i>Eichhornia</i> .....	68

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 <i>Eichhornia crassipes</i> (Martelo y Jaime 2012). .....	16
Ilustración 2 Esquema de zonación de una laguna y plantas acuáticas.(García,2010) .....	17
Ilustración 3 <i>Eichhornia crassipes</i> (Cristóbal,2013). .....	18
Ilustración 4 <i>Salvinia spp</i> .....	19
Ilustración 5 Aireador .....	21
Ilustración 6 Filtro rp-200 .....	22
Ilustración 7 Recipiente de vidrio.....	34
Ilustración 8 Peso de las <i>Eichhornia</i> .....	35
Ilustración 9 Peso de la <i>Salvinia</i> .....	35
Ilustración 10 <i>Macrófitas en recipiente de vidrio</i> . .....	36
Ilustración 11 <i>REMOCIÓN DE COBRE SEMANAL CON Salvinia</i> .....	69
Ilustración 12 <i>REMOCIÓN DE NÍQUEL SEMANAL CON Salvinia</i> . .....	69
Ilustración 13 <i>REMOCIÓN DE HIERRO SEMANAL CON Salvinia</i> .....	70
Ilustración 14 <i>REMOCIÓN DE COBRE SEMANAL CON Eichhornia</i> .....	70
Ilustración 15 <i>REMOCIÓN DE NÍQUEL SEMANAL CON Eichhornia</i> .....	71
Ilustración 16 <i>REMOCIÓN DE HIERRO SEMANAL CON Eichhornia</i> . .....	71
Ilustración 17 <i>PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE COBRE SEMANAL CON Salvinia</i> .....	72
Ilustración 18 <i>PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE NÍQUEL SEMANAL CON Salvinia</i> . .....	73
Ilustración 19 <i>PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE HIERRO SEMANAL CON Salvinia</i> . .....	73
Ilustración 20 <i>PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE COBRE SEMANAL CON Eichhornia</i> .....	74
Ilustración 21 <i>PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE NÍQUEL SEMANAL CON Eichhornia</i> . ....	74
Ilustración 22 <i>PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE HIERRO SEMANAL CON Eichhornia</i> . ....	75
Ilustración 23 <i>ANÁLISIS DEL pH CON Salvinia</i> . .....	75
Ilustración 24 <i>ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA CON Salvinia</i> . .....	76
Ilustración 25 <i>ANÁLISIS DE OXÍGENO DISUELTO CON Salvinia</i> . .....	76
Ilustración 26 <i>ANÁLISIS DE LA CONDUCTIVIDAD CON Salvinia</i> .....	77
Ilustración 27 <i>ANÁLISIS DEL pH CON Eichhornia</i> .....	77
Ilustración 28 <i>ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA CON Eichhornia</i> . .....	78

<i>Ilustración 29 ANÁLISIS DE OXÍGENO DISUELTO CON Eichhornia. ....</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 30 ANÁLISIS DE LA CONDUCTIVIDAD CON Eichhornia.....</i>	<i>79</i>



## RESUMEN

La remoción de los metales utilizando plantas acuáticas como las macrófitas es importante porque es eficaz en la remoción de metales pesados, económicamente rentable que beneficia a los ríos, lagos espejo de aguas que se ve afectado por la actividad del hombre que contamina los ríos con sus efluentes este sistema se le conoce como fitorremediación donde a través de sus raíces estas plantas son capaces de adsorber o acumular estos metales. El objetivo fue determinar la remoción de cobre, hierro, níquel con la *Eichhornia crassipes* y *Salvinia spp* en aguas del río Chillón, para fines de riego de vegetales en ventanilla (chi15). El método que se realizó fue mediante un diseño experimental, las macrófitas seleccionadas son la *Eichhornia crassipes* que produce flores de colores azuladas, lilas y una de sus características es que sus raíces son negras y llegan a medir entre 10 a 25 cm la *salvinia spp* presenta tallos muy delgados, cubiertos de pelos y ramificados, raíz filiforme, de 20-70 mm, finamente dividida en filamentos plumosos. Se reproduce sexualmente mediante esporas contenidas en los esporangios.

Se usó 40 litros de agua del río chillón para el experimento donde se analizó las concentraciones de Cu, Fe, Ni total y los parámetros físicos-químicos de Temperatura, pH, conductividad y demanda de oxígeno. Para el tratamiento se utilizó 2 recipientes de vidrio de medidas 0.30cm de ancho, 0.50 cm de largo, con altura de 0.30 cm, con una capacidad de 25 litros.

Luego se colocó 6 plantas de *Eichhornia* y *Salvinia*, los días que se analizaron fueron 7, 14 y 24 días. Los resultados fueron que las dos macrófitas removieron los metales mayores a los 70% la *Eichhornia* con 87.48% y *salvinia* con 85.97%. Siendo el *Eichhornia crassipes* la que tiene mayor remoción con un 87.48% en las aguas del río Chillón.

**Palabras claves:** Macrófitas, Remoción y Metales.

## ABSTRACT

The removal of metals using aquatic plants such as macrophytes is important because it is effective in the removal of heavy metals, economically profitable that benefits rivers, mirror lakes of water that is affected by the activity of man who pollutes rivers with their Effluents This system is known as phytoremediation where through its roots these plants are capable of adsorbing or accumulating these metals. The objective was to determine the removal of copper, iron, nickel with *Eichhornia crassipes* and *Salvinia spp* in waters of the Chillón river, for the purpose of watering vegetables in a window (chi15). The method that was carried out was by means of an experimental design, the macrophytes Selected are the *Eichhornia crassipes* that produces flowers of bluish, lilac colors and one of its characteristics is that its roots are black and reach between 10 and 25 cm *salvinia spp* has very thin stems, covered with hairs and branched, filiform root, 20-70 mm, finely divided into feathery filaments. It reproduces sexually by spores contained in the sporangia.

40 liters of water from the Río Chillón was used for the experiment where the concentrations of total Cu, Fe, Ni and the physical-chemical parameters of Temperature, pH, conductivity, oxygen demand were analyzed. For the treatment, 2 glass containers measuring 0.30cm wide, 0.50 cm long, with a height of 0.30 cm, with a capacity of 25 liters were used.

Then 6 plants of *Eichhornia* and *Salvinia* were placed, the days analyzed were 7, 14 and 24 days. The results were that the two macrophytes removed the metals with 70% *Eichhornia* with 87.48% and *salvinia* with 85.97%. *Eichhornia crassipes* being the one that has the greatest removal with 87.48% in the waters of the Chillón river.

**Keywords:** Macrophytes, Removal and Metals.

Yo, **JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO** , docente de la Facultad INGENIERIA AMBIENTAL y Escuela Profesional de AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo LIMA NORTE N(precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis titulada

“REMOCION DE COBRE, HIERRO Y NIQUEL CON EICHHORNIA CRASSIPES Y SALVINIA SPP EN AGUAS DEL RIO CHILLON , PARA FINES DE RIEGO DE VEGETALES EN VENTANILLA CHI15, 2019.”

Del (de la) estudiante **XUXA ALISON CONCEPCION MUÑOZ**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **22%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) 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.

LIMA 17 DE DICIEMBRE 2019



**JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO**

Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: ...**01066653**

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------