



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Eficiencia de la zeolita y la cáscara de plátano para reducir metales pesados en las aguas del río Rímac en el K.M. 80 de la Carretera Central en el Distrito de San Mateo en Huarochirí, departamento Lima, 2016”

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

Autor:

Benji José Hurtado Tomaylla

Asesor:

Dr. Ing. Jhonny Valverde Flores

Línea de Investigación:

Tratamiento y gestión de los residuos.

Lima – Perú

2016 - II

TÍTULO: “Eficiencia de la zeolita y la cáscara de plátano para reducir metales pesados en las aguas del río Rímac en el K.M. 80 de la Carretera Central en el Distrito de San Mateo en Huarochirí, departamento Lima, 2016”.

AUTOR: Benji José Hurtado Tomaylla.

---

Dr. Valdiviezo Gonzales, Lorgio

PRESIDENTE

---

Mg. Tello Mendivil, Veronica

SECRETARIO

---

Dr. Valverde Flores, Jhonny

VOCAL

## DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis es dedicado a mi madre, Silvia P. Tomaylla Q., por su apoyo para seguir adelante frente a varios obstáculos.

Además; el presente trabajo lo dejo en memoria de padre, José L. Hurtado E., y mi querida abuela, María Consuelo Correa Q.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios padre y a dios madre; a mi madre, familiares, compañeros de trabajos y de la universidad; por brindar su apoyo moral, económico y espiritual; para seguir estudiando y lograr el objetivo trazado para un futuro mejor y ser un orgullo para ellos y de toda la familia. También quiero agradecer a la universidad Cesar Vallejo y a todos los profesores y empleados por sus enseñanzas durante todo el periodo en el cual me formaba como profesional; además, a mi asesor Jhonny Valverde por su guía para poder realizar la presente tesis y que sea realidad.

## DECLARATORIA DE AUTENCIDAD

Yo, Benji José Hurtado Tomaylla estudiante de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 70043359, con la tesis titulada “eficiencia de la zeolita y la cáscara de plátano para reducir metales pesados en las aguas del río rímac en el k.m. 80 de la carretera central en el distrito de san mateo en huarochirí, departamento lima, 2016”.

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido autoplagada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Lima, 21 de febrero de 2017

---

Benji José Hurtado Tomaylla  
DNI N° 70043359

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada: “Eficiencia de la Zeolita y la Cáscara de Plátano para reducir metales pesados en las aguas del río Rímac en el K.M. 80 de la carretera central en el distrito de San Mateo en Huarochirí, departamento de Lima, 2016.” La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumplan con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental.

---

El autor  
Benji José Hurtado Tomaylla

## INDICE

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENCIDAD .....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	2
1.2. TRABAJOS PREVIOS.....	3
1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA .....	8
1.3.1. LOS METALES PESADOS: .....	8
1.3.1.1. IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE LOS METALES PESADOS:.....	11
1.3.1.2. CUANTIFICACIÓN DE METALES PESADOS MEDIANTE ESPECTROMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA.....	12
1.3.1.3. FUENTES DE GENERACIÓN DE METALES PESADOS: .....	14
1.3.2. LOS ADSORBENTES .....	14
1.3.2.1. LA ZEOLITA.....	15
1.3.2.2. TIPOS DE ZEOLITA.....	16
1.3.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA ZEOLITA TIPO COWLESITE....	18
1.3.2.4. LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ACTIVIDAD CATALÍTICA DE LAS ZEOLITAS.....	18
1.3.2.5. PROPIEDADES DE LA ZEOLITA.....	19
1.3.3. LOS BIOSORBENTES .....	21
1.3.4. LA CÁSCARA DE PLÁTANO .....	22
1.3.4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO.....	23

1.4.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	23
1.5.	JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA. ....	23
1.6.	HIPÓTESIS .....	24
1.6.1.	HIPOTESIS GENERAL.....	24
1.6.2.	HIPOTESIS ESPECÍFICA.....	25
1.7.	OBJETIVOS .....	25
1.7.1.	OBJETIVO GENERAL .....	25
1.7.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICO: .....	25
II.	METODO.....	27
2.1.	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN. ....	27
2.1.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	28
2.1.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACION. ....	29
2.1.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	29
2.2.	VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN: .....	30
2.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	31
2.3.1.	POBLACIÓN. ....	31
2.3.2.	MUESTRA.....	31
2.3.3.	MUESTREO.....	31
2.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD. ....	32
2.4.1.	VALIDACIÓN Y CONFIANZA. ....	33
2.4.1.1.	VALIDACIÓN.....	33
2.4.1.2.	CONFIANZA.....	33
2.5.	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS. ....	34
2.6.	ASPECTOS ÉTICOS.....	35
III.	RESULTADOS.....	36
3.1.	PROCEDIMEINTO:.....	37

3.1.1.	LA ZEOLITA.....	37
3.1.2.	LA CÁSCARA DE PLÁTANO.....	38
3.1.3.	EL MUESTREO.....	42
3.2.	PRE-TRATAMIENTO.....	49
3.3.	POST-TRATAMIENTO.....	50
3.4.	PRUEBA DE HIPOTESIS.....	60
IV.	DISCUSIÓN.....	62
V.	CONCLUSIONES.....	65
VI.	RECOMENDACIONES.....	68
VII.	REFERENCIAS.....	70
VIII.	ANEXOS.....	77
	<b>ANEXO 01:</b> GUIA DE OBSERVACIÓN.....	78
	<b>ANEXO 02:</b> GUIA DE OBSERVACIÓN.....	79
	<b>ANEXO 03:</b> VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO N° 1.....	80
	<b>ANEXO 04:</b> VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO N° 2.....	81
	<b>ANEXO 05:</b> VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO N° 3.....	82
	<b>ANEXO 06:</b> ZONIFICACIÓN DE VERTIMIENTO POR SECTOR EN LA CUENCA DEL RÍO RIMAC.....	83
	<b>ANEXO 07:</b> ESTACIONES DE MONITOREO DEL RIO RIMAC.....	84
	<b>ANEXO 08:</b> FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD DE LA ZEOLITA.....	85
	<b>ANEXO 09:</b> DIFRACCIÓN DE RAYOS “X” DE LA ZEOLITA.....	91
	<b>ANEXO 10:</b> RESULTADOS DEL LABORATORIO ANTES DEL TRATAMIENTO. 96	
	<b>ANEXO 11:</b> RESULTADOS DE LABORATORIO DESPUÉS DEL TRATAMIENTO 97	

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1: PRINCIPALES TIPOS DE ZEOLITA.....	17
TABLA 2: COMPOSICIÓN QUIMICA DE LA ZEOLITA TIPO COWLESITE .....	18
TABLA 3: TABLA DE CONSISTENCIA.....	30
TABLA 4: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. .	32
TABLA 5: CUANTIFICACIÓN DE LAS PRICIPALES FASES PRESENTES EN LA MUESTRA ANALIZADA .....	37
TABLA 6: CODIFICACIÓN DE CADA MUESTRA ANALIZADA. ....	44
TABLA 7: CONCENTRACIÓN DE METALES PRE-TRATAMIENTO.....	49
TABLA 8: CONCENTRACION DE METALES PESADOS POST- TRATAMINETO .....	50
TABLA 9: EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE METALES PESADOS.....	58

## INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: LAS CÁSCARAS DE PLATA ANTES DEL TRATAMIENTO	39
ILUSTRACIÓN 2: CÁSCARA DE PLÁTANO DESPUES DEL SECADO.....	40
ILUSTRACIÓN 3: LA CÁSCARA DE PLÁTANO DESPUÉS DE SER TRITURADA Y/O PULVERIZADA.....	40
ILUSTRACIÓN 4: LA CÁSCARA DE PLÁTANO DESPUÉS DE SER TAMIZADA POR UNA MALLA #40.....	41
ILUSTRACIÓN 5: PRIMER TANQUE CON EL AGUA DEL RÍO RÍMAC ANTES DEL TRATAMEINTO .....	43
ILUSTRACIÓN 6: PRIMERA MUESTRA A ANALIZAR ANTES DEL TRATAMEINTO.....	43
ILUSTRACIÓN 7: TANQUE O MUESTRA CON EL CÓDIGO “A – 1”, CON EL ADSORBENTE.....	45
ILUSTRACIÓN 8: TANQUE O MUESTRA CON EL CODIGO B-3, CON EL ADSORBENTE.....	46
ILUSTRACIÓN 9: MUESTRA DE AGUA DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON LA ZEOLITA TIPO COWLESITA .....	47
ILUSTRACIÓN 10: MUESTRA DE AGUA DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON LA CÁSCARA DE PLÁTANO.....	48
ILUSTRACIÓN 11: CONCENTRACIÓN ANTES DEL TRATAMIENTO.....	51
ILUSTRACIÓN 12: CONCENTRACIÓN ANTES DEL TRATAMIENTO.....	52
ILUSTRACIÓN 13: COMPARACIÓN DE LA REMOCIÓN DE METALES PESADOS, EN BASE A AL PESO DE LA ZEOLITA TIPO COWLESITA..	53

ILUSTRACIÓN 14: COMPARACIÓN DE LA REMOCIÓN DE METALES PESADOS, EN BASE A LA CONCENTRACION DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO UTILIZADA.....	55
ILUSTRACIÓN 15: EFICIENCIA DE ABSORCIÓN DE METALES PESADOS UTILIZANDO LA ZEOLITA .....	56
ILUSTRACIÓN 16: EFICIENCIA DE LA ABSORCIÓN DE METALES PESADOS UTILIZANDO LA CÁSCARA DE PLÁTANO.....	57

## INDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: CÁLCULO DEL ALPHA DE CRONBACH.....	33
ECUACIÓN 2: CAPACIDAD DE ADSORCION DE UN ADSORBENTE.....	51
ECUACIÓN 3: EFICIENCIA DE UN ADSORBENTE.....	58

## RESUMEN

La presente tesis realiza la comparación de la zeolita y la cáscara de plátano, para la reducción o eliminación de metales pesados; en las aguas del Río Rímac en el distrito de Huarochirí, en la provincia de San Mateo en el departamento de Lima; se escogió este lugar como punto de muestreo por la alta actividad minera que se presenta a los alrededores del lugar.

El objetivo general de la presente tesis fue comparar la eficiencia de ambos adsorbentes para reducir las concentraciones de metales pesados en las aguas del río Rímac; además de determinar las diferencias de remoción de metales pesados entre la cáscara de plátano y la zeolita. Determinar si hay igualdad en los resultados obtenidos con el adsorbente de la zeolita y de la cáscara de plátano. Determinar si las concentraciones de metales pesados después del tratamiento llegan a estar por debajo de los ECAs. Determinar si hay una igualdad en la remoción de metales pesados utilizando la cáscara de plátano. Determinar si existen cambios físicos cuando esté en contacto con el agua.

La metodología para el muestreo del agua se basó en el muestreo a aguas superficiales. En el caso de la toma de muestra para determinar metales pesados, se utilizaron frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios de un litro de capacidad. Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie, se preservó y se colocó en un cooler para conservar la temperatura.

Para el análisis de las muestras de agua se analizaron. En el cual los resultados fueron los siguientes, después del tratamiento, 0.012 mg/L de mercurio, 0.0005 mg/L de cadmio, 0.004 mg/L de arsénico, 0.0076 mg/L de plomo y 0.0049 mg/L de cromo y utilizando la cáscara de plátano con una concentración de 25 gramos con un periodo de tiempo de 3 horas son 0.012 mg/L de mercurio, 0.0005 mg/L de cadmio, 0.004 mg/L de arsénico, 0.0076 mg/L de plomo y 0.0049 mg/L de cromo.

Palabra Clave: cáscara de plátano, metales pesados, tratamiento de aguas, zeolita.

## ABSTRACT

The present thesis do the comparison of the zeolite and the banana shell, for the reduction or removal from heavy metals; In the waters of Rímac River in the district of Huarochirí, in the province of San Mateo in the department of Lima; This site was chosen as a sampling point due to the high mining activity that occurs in the surroundings of the place.

The objective general of the present thesis was compare the efficiency of the both adsorbent for reduce the concentrations the heavy metals in the waters the river Rímac; also of determine the differences of removal of heavy metals between the banana shell and the zeolite. Determine whether fish concentrations after treatment are below ACE. Determine whether there is an equality in the removal of heavy metals using the banana peel. Determine if there are physical changes when in contact with water.

The methodology for the sampling of water was based, plastic bottles are used with the seal, clean of one liter capacity. Open the container and immerse it about 20 cm below the surface, store it and place it in a refrigerator to keep the temperature.

For the analysis of water samples, In which the results before treatment came to the concentration of 0.740 mg / L of mercury, 0.0061 mg / L of Cadmium, 0.025 mg / L of arsenic, 0.1965 mg / L of lead and 0.0101 mg / L of chromium (VI). The results after treatment at a concentration of 25 grams with a time period of 3 hours are 0.012 mg / L of mercury, 0.0005 mg / L of cadmium, 0.004 mg / L of arsenic, 0.0076 mg / L of lead and 0, 0049 mg / L chrome and using the banana peel at a concentration of 25 grams with a time period of 3 hours son 0.012 mg / L mercury, 0.0005 mg / L cadmium, 0.004 mg / L Arsenic, 0.0076 mg / L of lead and 0.0049 mg / L of chromium.

Keyword: banana peel, heavy metals, zeolite, water treatment.