



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

---

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE  $Cd^{+2}$  MEDIANTE  
ACTIVACIÓN QUÍMICA DE ADSORBENTE OBTENIDO A PARTIR DE  
PLUMAS DE POLLO

---

**Línea de investigación:** Tecnologías limpias y  
remediación

**Presentado por:**

Bach. Rosario del Pilar Callañaupa Borda

Bach. Yaquelin Yesenia Ccasa Coaquira

**Para Optar al Título Profesional de Ingeniero  
Ambiental**

**Asesor:** Msc. Ing. Karen Melissa Garcés Porras

**Co-Asesor:** Ing. Annie Miluska Aguilar López

CUSCO - PERÚ

2023



### Metadatos

<b>Datos del autor 1</b>	
Nombres y apellidos	Rosario del Pilar Callañaupa Borda
Número de documento de identidad	44453081
URL de Orcid	<a href="https://orcid.org/0009-0003-5120-8901">https://orcid.org/0009-0003-5120-8901</a>
<b>Datos del autor 2</b>	
Nombres y apellidos	Yaquelin Yesenia Ccasa Coaquira
Número de documento de identidad	73639565
URL de Orcid	<a href="https://orcid.org/0009-0008-6478-8665">https://orcid.org/0009-0008-6478-8665</a>
<b>Datos del asesor</b>	
Nombres y apellidos	Karen Melissa Garcés Porras
Número de documento de identidad	47025143
URL de Orcid	<a href="https://orcid.org/0000-0003-1694-3794">https://orcid.org/0000-0003-1694-3794</a>
<b>Datos del co-asesor</b>	
Nombres y apellidos	Annie Miluska Aguilar López
Número de documento de identidad	23998738
URL de Orcid	<a href="https://orcid.org/0000-0002-8972-0412">https://orcid.org/0000-0002-8972-0412</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado (Jurado 1)</b>	
Nombres y apellidos	Felio Calderón La Torre
Número de documento de identidad	25310696
<b>Jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	Eliana Mónica Vargas Bellota
Número de documento de identidad	23967096
<b>Jurado 3</b>	
Nombres y apellidos	Angela Fiorella Sota Cano
Número de documento de identidad	44538035
<b>Jurado 4</b>	
Nombres y apellidos	Milagros Stephanie Casas Toribio
Número de documento de identidad	71467409
<b>Datos de la investigación</b>	
Línea de investigación de la Escuela Profesional	Tecnologías limpias y remediación



# EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE $Cd^{+2}$ MEDIANTE ACTIVACIÓN QUÍMICA DE ADSORBENTE OBTENIDO A PARTIR DE PLUMAS DE POLLO

*por* Rosario Del Pilar Callañaupa Borda

---

**Fecha de entrega:** 27-nov-2023 01:35p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2239894413

**Nombre del archivo:** N\_QU\_MICA\_DE\_ADSORBENTE\_OBTENIDO\_A\_PARTIR\_DE\_PLUMAS\_DE\_POLLO.pdf  
(24.18M)

**Total de palabras:** 41643

**Total de caracteres:** 222144



  
**Karen Melissa Garces Porras**  
M. Sc. ING. PROCESOS Y MEDIO AMBIENTE  
CIP 172302



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE  $Cd^{+2}$  MEDIANTE  
ACTIVACIÓN QUÍMICA DE ADSORBENTE OBTENIDO A PARTIR DE  
PLUMAS DE POLLO**

**Línea de investigación:** Tecnologías limpias y  
remediación

**Presentado por:**

Bach. Rosario del Pilar Callañaupa Borda

Bach. Yaquelin Yesenia Ccasa Coaquira

**Para Optar al Título Profesional de Ingeniero  
Ambiental**

**Asesor:** Msc. Ing. Karen Melissa Garcés Porras

**Co-Asesor:** Ing. Annie Miluska Aguilar López

CUSCO - PERÚ

2023



  
**Karen Melissa Garcés Porras**  
M. Sc. ING. PROCESOS Y MEDIO AMBIENTE  
CIP 172302



## EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE Cd+2 MEDIANTE ACTIVACIÓN QUÍMICA DE ADSORBENTE OBTENIDO A PARTIR DE PLUMAS DE POLLO

### INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
4	<a href="http://dspace.ucuenca.edu.ec">dspace.ucuenca.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://upcommons.upc.edu">upcommons.upc.edu</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://fddocuments.es">fddocuments.es</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.unu.edu.pe">repositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%



  
Karen Melissa Garces Porras  
M. Sc. ING. PROCESOS Y MEDIO AMBIENTE  
CIP 172302



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Rosario Del Pilar Callañaupa Borda  
Título del ejercicio: TESIS  
Título de la entrega: EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE Cd+2 ME...  
Nombre del archivo: N\_QU\_MICA\_DE\_ADSORBENTE\_OBTENIDO\_A\_PARTIR\_DE\_PLU...  
Tamaño del archivo: 24.18M  
Total páginas: 265  
Total de palabras: 41,643  
Total de caracteres: 222,144  
Fecha de entrega: 27-nov.-2023 01:35p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2239894413



*RDP*  
Karen Melissa Garcés Porras  
M. Sc. ING. PROCESOS Y MEDIO AMBIENTE  
CIP 172302



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la capacidad de adsorción de  $\text{Cd}^{+2}$  mediante activación química de adsorbente obtenido a partir de plumas de pollo, para lo cual se desarrolló una metodología de obtención de adsorbente y determinación de la temperatura óptima de carbonización, se obtuvo el adsorbente de plumas de pollo con tres diferentes tratamientos: sin activar (CSA), activado con ácido acético al 15 v/v % (CAA) y activado con hidróxido de potasio al 25 m/v % (CAB). Se realizó la caracterización fisicoquímica de los adsorbentes obtenidos teniendo un rango de valores de área superficial ( $18.74 - 73.48 \text{ m}^2/\text{g}$ ), porcentaje de cenizas (13.16 - 22.34 %), densidad aparente (0.34 - 0.68 g/ml), porcentaje de humedad (0.86 - 1.06 %) y volumen de poro (0.03 - 0.09 ml/g); también se realizó un análisis FTIR de los adsorbentes de 0.075 mm (Malla N°200) en el que se observó una similitud, mostrándose grupos funcionales pertenecientes a Aminas y Amidas. Se evaluó el efecto del tratamiento del adsorbente, pH y tamaño de partícula entre los adsorbentes obtenidos, siendo el adsorbente sin activar y el activado con hidróxido de potasio (ambos a pH 6 y tamaño de partícula de 0.075 mm) los que tuvieron valores de 7.50 mg/g y 7.38 mg/g de capacidad de adsorción respectivamente. Se determinó la capacidad máxima de adsorción en el equilibrio mediante isothermas de adsorción del adsorbente obtenido teniendo como resultado que  $q_{\text{max}}=7.80 \text{ mg Cd}^{+2}/\text{g adsorbente}$  y que el proceso de adsorción se describe mejor con la isoterma del modelo de Freundlich.

**Palabras claves:** adsorbente, plumas de pollo, capacidad de adsorción, isothermas de adsorción.



## ABSTRACT

The objective of this investigation was to evaluate the adsorption capacity of  $\text{Cd}^{+2}$  through chemical activation of the adsorbent obtained from chicken feathers, for which a methodology for obtaining the adsorbent and determining the optimal carbonization temperature it was obtained three adsorbents with different treatment: unactivated (CSA), activated acetic acid at 15 v/v % (CAA) and activated with potassium hydroxide at 25 m/v % (CAB). The physicochemical characterization of the adsorbents obtained was carried out having a range of values of surface area (18.74 - 73.48  $\text{m}^2/\text{g}$ ), ash percentage (13.16 - 22.34 %), apparent density (0.34 - 0.68 g/ml), humidity percentage (0.86 - 1.06 %) and pore volume (0.03 - 0.09 ml/g); An FTIR analysis of the 0.075 mm adsorbents (Mesh No. 200) was also carried out in which a similarity was observed, showing functional groups belonging to Amines and Amides. The effect of adsorbent treatment, pH and particle size was evaluated between the adsorbents obtained, with the unactivated adsorbent and the one activated with potassium hydroxide (both at pH 6 and particle size of 0.075 mm) having values of 7.50 mg/g and 7.38 mg/g adsorption capacity respectively. The maximum adsorption capacity at equilibrium was determined using adsorption isotherms of the adsorbent obtained, resulting in  $q_{\text{max}}=7.80$  mg  $\text{Cd}^{+2}/\text{g}$  adsorbent and that the adsorption process is best described with the isotherm of the Freundlich model.

**Keywords:** adsorbent, chicken feathers, adsorption capacity, adsorption isotherms.