



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA ACIDIFICACIÓN EN LA
CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA QUILCAYHUANCA,
ANCASH, PERÚ”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Nestor Crisanto Rojas (0000-0002-9256-0624)

Asesor:

José Alberto Iannacone Oliver (0000-0003-3699-4732)

Lima – Perú

2023



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**“EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA ACIDIFICACIÓN EN LA
CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA QUILCAYHUANCA,
ANCASH, PERÚ”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Nestor Crisanto Rojas (0000-0002-9256-0624)

Asesor:

José Alberto Iannacone Oliver (0000-0003-3699-4732)

Lima – Perú

2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 20 de junio del 2023

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Maiquel López Silva
Miembro: Mg. Olga Vadimovna Kostenko
Miembro: Mg. Catherine Mariela Coronado León

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**“EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA ACIDIFICACIÓN EN LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA
QUILCAYHUANCA, ANCASH, PERÚ”**

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Nestor Crisanto Rojas**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Dr. José Alberto Iannacone Oliver

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple () calificar a:

Tesis: Nestor Crisanto Rojas		Nota (en letras): 18 (DIECIOCHO)	
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dr. Maiquel López Silva
Presidente



Mg. Olga Vadimovna Kostenko
Miembro 1



Mg. Catherine Mariela Coronado León
Miembro 2



Dr. José Alberto Iannacone Oliver
Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS

Lima, 25 de 06 del 2023

Señor,
Carlos Zavalaga Reyes

**Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –**

De nuestra consideración,

Yo: Nestor Crisanto Rojas, egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis José Alberto Iannacone Oliver, declaramos que este informe final de tesis titulado: Evaluación del impacto de la acidificación en la calidad del agua de la Quebrada Quilcayhuanca, Ancash, Perú, sustentado para obtener el título/grado de Ingeniero es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos ¹, que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



**Firma tesista
DNI: 48377930**



**Firma del asesor de tesis
DNI: 09413998**

¹ Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Evaluación del impacto de la acidificación en la calidad del agua de la quebrada Quilcayhuanca, Ancash, Perú

Autores. Nestor Crisanto Rojas.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2195850894).

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

Evaluación del impacto de la acidificación

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	8%	6%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.researchgate.net Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1%
4	dtsc-ssfl.com Fuente de Internet	<1%
5	Quispe Palomino, Maylhi Greta. "Relacion entre la Capacidad de Infiltracion y la Capacidad de Adaptacion Frente al Efecto de Disminucion de la Disponibilidad de Recurso Hidrico, Quebrada Quilcayhuanca, Parque Nacional Huascaran.", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2020 Publicación	<1%
6	www.manitoba.ca Fuente de Internet	<1%

Disciplina (Ciencias Naturales)

Tipología Original

Título corto: Impacto de la acidificación en la calidad del agua

**Evaluación del Impacto de la acidificación en la calidad del agua
de la Quebrada Quilcayhuanca, Ancash, Perú**

**Evaluation of the Impact of acidification on the water quality of
Quebrada Quilcayhuanca, Ancash, Peru**

Nestor Crisanto Rojas¹, José Iannacone^{1,2,3*}

¹ Laboratorio de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería ambiental. Universidad Científica del Sur. Lima, Perú, Correo electrónico: nes.crisanto@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9256-0624 / joseiannaconeoliver@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3699-4732.

² Laboratorio de Zoología. Facultad de Ciencias Biológicas. Grupo de Investigación “One Health”. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.

³ Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA) Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Grupo de Investigación de Sostenibilidad Ambiental “GISA”. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú,

*Correspondencia, José Iannacone. Carretera Panamericana Sur, Villa El Salvador, Perú. E-mail: joseiannaconeoliver@gmail.com

Resumen

El retroceso glaciar expone rocas sulfuradas que en contacto con el aire y el agua son los que impulsan la meteorización *in situ*; en consecuencia, las condiciones de pH ácido y altas concentraciones de metales pueden presentarse en el agua, sedimento y el suelo. La finalidad de la investigación fue evaluar el impacto de la acidificación en la calidad del agua por el retroceso glaciar de la Quebrada Quilcayhuanca (Ancash, Perú). Se determinaron los parámetros físico-químicos y se evaluó la toxicidad del agua superficial (AS) y del elutriado del sedimento (ES) mediante los bioensayos con *Lemna minor* y *Daphnia magna*. Los resultados de los análisis físico-químicos fueron pH ≤ 4 , conductividad eléctrica (CE) de 380 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y turbidez de 113 UNT. Las concentraciones de Cd, Pb, Ni y Zn superaron el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) agua; mientras que As, Cd, Cu, Pb y Zn, la normativa canadiense de sedimentos; y Cd y As, el ECA suelo. Asimismo, se cuantificó las concentraciones en los que no se observaron efecto (NOEC) de $\leq 6,25\%$ y $12,5\%$ en las variables de clorosis, formación de hojas y número de frondas para *L. minor*, y para el peso seco solo en uno de los puntos. En el ensayo de *D. magna* se determinó una concentración efectiva media para inmovilidad (CE_{50-48h}) de $43,55\%$ y $51,14\%$, y una concentración letal media (CL_{50-48h}) de 50% y $57,66\%$ para ensayos con ES y AS. La toxicidad del agua por el retroceso glaciar de la Quebrada Quilcayhuanca (Ancash, Perú) es impulsada por el pH, metales pesados y oligoelementos.

Palabras clave: bioensayos ecotoxicológico; acidificación de agua; calidad del agua; *Daphnia magna*; elutriado de sedimento; *Lemna minor*; retroceso glaciar.

Abstract

Glacial retreat exposes sulphide rocks that, in contact with air and water, are what drive in situ weathering; consequently, acidic pH conditions and high concentrations of metals can occur in water, sediment, and soil. The objective of the study was to evaluate the impact of acidification on water quality due to the glacial retreat of Quebrada Quilcayhuanca (Ancash, Peru). Physicochemical parameters were determined and the toxicity of surface water (AS) and sediment elutriate (ES) was evaluated through bioassays with *Lemna minor* and *Daphnia magna*. The results of the physical-chemical analyzes were pH ≤ 4 , electrical conductivity (EC) of 380 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and turbidity of 113 NTU. The concentrations of Cd, Pb, Ni and Zn exceeded the Environmental Quality Standard (ECA) water; while As, Cd, Cu, Pb and Zn the Canadian sediment regulations; and Cd and As the ECA ground. The values of the concentration in which no effect is observed due to exposure of the contaminant (NOEC) of $\leq 6.25\%$ and 12.5% were determined in the variables of chlorosis, leaf formation and number of fronds for *L. minor*, and for the dry weight only in one of the points. In the *D. magna* assay, a mean effective concentration for immobility (EC_{50-48h}) of 43.55% and 51.14% was determined, and a mean lethal concentration (LC_{50-48h}) of 50% and 57.66% for trials with ES and AS. Water toxicity due to the glacial retreat of Quebrada Quilcayhuanca (Ancash, Peru) is driven by pH, heavy metals, and trace elements.

Keywords: ecotoxicological bioassays; acidification of water; water quality; *Daphnia magna*; sediment elutriate; *Lemna minor*; glacial retreat.