



**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AMBIENTAL**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS**  
**SUBCUENCAS ACHAMAYO Y SHULLCAS UTILIZANDO EL**  
**ÍNDICE DE CALIDAD CCME”**

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERA AMBIENTAL**

Presentado por:

Milagros Melissa Gutiérrez Vilela (0000-0003-3915-2602)

Asesor:

Wilfredo Celestino Baldeón Quispe (0000-0003-1937-534X)

Lima – Perú

2023

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Lima, 19 de abril del 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

|   |
|---|
| Presidente: Mg. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto |
| Miembro: Mg. Olga Vadimovna Kostenko            |
| Miembro: Dr. Maiquel López Silva                |

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS SUBCUENCAS ACHAMAYO Y SHULLCAS  
UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD CCME”**

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Milagros Melissa Gutiérrez Vilela**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Wilfredo Celestino Baldeón Quispe

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 (X) calificar a:

|  |                                |                              |                 |
|--|--------------------------------|------------------------------|-----------------|
| Tesista: Milagros Melissa Gutiérrez Vilela | Nota (en letras): (Catorce) 14 |                              |                 |
| Aprobado (X)                               | Aprobado - Muy buena ( )       | Aprobado - Sobresaliente ( ) | Desaprobado ( ) |

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

**Mg. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto**  
Presidente

**Mg. Olga Vadimovna Kostenko**  
Miembro 1

**Dr. Maiquel López Silva**  
Miembro 2

**Mg. Wilfredo Celestino Baldeón Quispe**  
Asesor

## UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

### DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN<sup>1</sup>

Lima, 26 de agosto del 2023

Señor,  
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

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

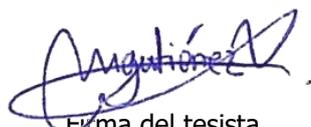
De nuestra consideración,

Yo: Milagros Melissa Gutiérrez Vilela, egresada de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis, Mg. Wilfredo Baldeón Quispe, declaramos que este informe final de tesis titulado: **"EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS SUBCUENCAS ACHAMAYO Y SHULLCAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD CCME"**, sustentado para obtener el título de Ingeniero Ambiental es original.

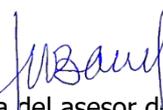
Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética 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 <sup>2</sup>, 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 del tesista  
Milagros Melissa Gutiérrez Vilela  
**DNI: 73869024**



Firma del asesor de tesis  
Wilfredo Celestino Baldeón Quispe  
**DNI: 09807432**

<sup>1</sup> En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD

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

## INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

**Título del documento evaluado.** Evaluación de la calidad del agua de las subcuencas Achamayo y Shullcas utilizando el índice de calidad CCME

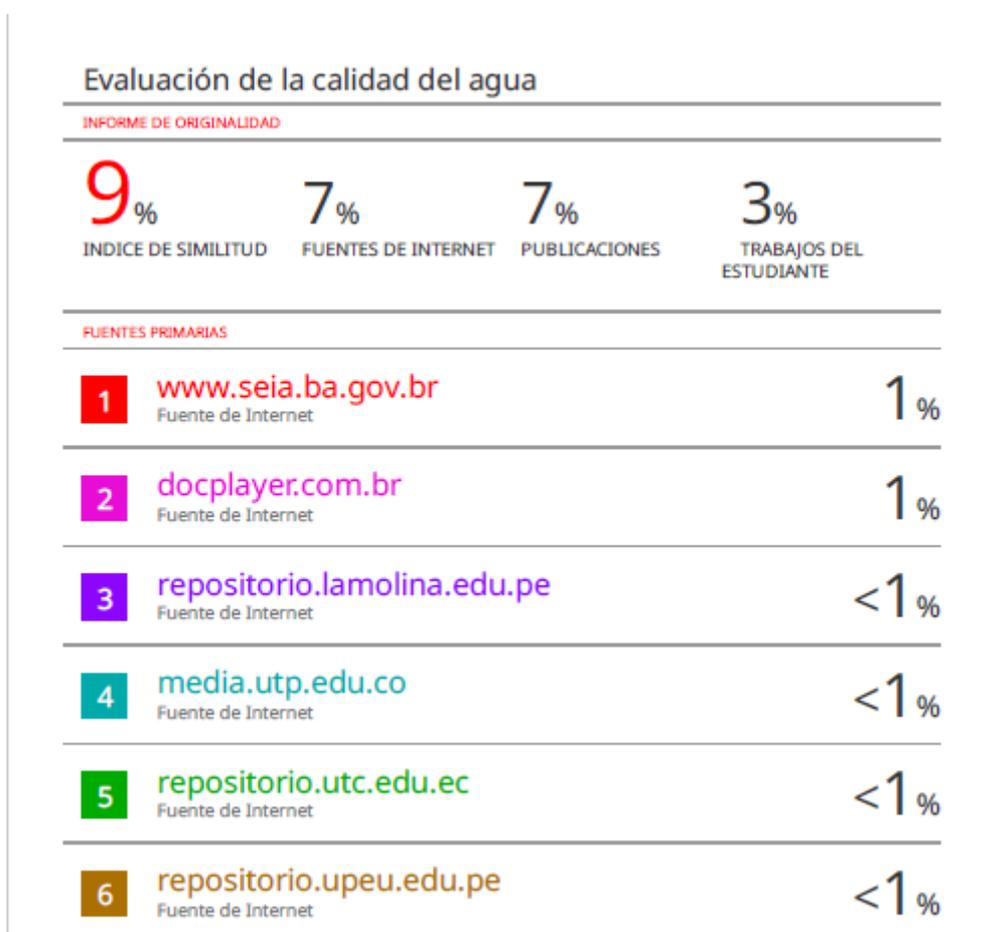
**Autores.** Milagros Melissa Gutierrez Vilela.

**Mecanismo de revisión de originalidad.** Evaluación con Turnitin (ID 2209349508).

**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 DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS SUBCUENCAS ACHAMAYO Y SHULLCAS UTILIZANDO EL ÍNDICE DE CALIDAD CCME

### WATER QUALITY EVALUATION OF THE ACHAMAYO AND SHULLCAS SUB-BASINS USING THE CCME QUALITY INDEX

Milagros Gutiérrez Vilela<sup>1</sup> y Wilfredo Baldeón Quispe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental,  
Universidad Científica del Sur.

ORCID: 0000-0003-3915-2602. Autor para correspondencia:  
4201010562@cientifica.edu.pe

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias, Universidad  
Nacional Agraria La Molina.

ORCID: 0000-0003-1937-534X

#### Resumen

Los ríos y quebradas, en la mayoría de casos, son utilizados como cuerpo receptor de los vertimientos municipales, que, sin el debido tratamiento, genera problemas de contaminación del agua. En las áreas de estudio de esta investigación, se tiene datos de los monitoreos de calidad del agua publicadas por la Autoridad Nacional del Agua, donde los resultados no son muy comprensibles para una población que no conoce el tema. Los Índices de Calidad del Agua (ICA) son una de las herramientas más utilizadas para evaluar la calidad del agua, ya que resumen los datos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de una manera sencilla y de fácil comprensión. El objetivo de esta investigación fue realizar la evaluación de los ICA en las subcuencas Achamayo y Shullcas a través de la metodología CCME-WQI. Para ello se utilizaron los datos de los reportes de monitoreo de la calidad del agua de los años 2015 al 2020, los vertimientos municipales e información geoespacial de los ríos y cuencas. La subcuenca Shullcas obtuvo un resultado del

ICA de 46.2 que corresponde a una calidad de agua “marginal”, este resultado es consecuencia de las altas concentraciones de coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, mientras que la subcuenca Achamayo obtuvo un ICA de 67.8, que corresponde a una calidad “regular”, llegando a la conclusión que la subcuenca Shullcas es la más impactada por los vertimientos municipales, por lo que se recomienda construir plantas de tratamiento de aguas residuales con tecnología de lodos activados o lagunas de estabilización.

**Palabras Clave:** Vertimientos municipales, contaminación de ríos, índice de calidad de agua CCME

### Abstract

Rivers and streams, in most cases, are used as a receiving body for municipal discharges, which, without proper treatment, generates water pollution problems. In the study areas of this research, there is data from the water quality monitoring published by the National Water Authority, where the results are not very understandable for a population that does not know the subject. The Water Quality Indices (ICA) are one of the most widely used tools to evaluate water quality, since they summarize the data of the physicochemical and microbiological parameters in a simple and easy-to-understand way. The objective of this research was to carry out the evaluation of the ICA in the Achamayo and Shullcas sub-basins through the CCME-WQI methodology. For this, the data from the water quality monitoring reports from 2015 to 2020, municipal discharges and geospatial information of rivers and basins were used. The Shullcas sub-basin obtained an ICA result of 46.2,

which corresponds to a "marginal" water quality, this result is a consequence of the high concentrations of thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*, while the Achamayo sub-basin obtained an ICA of 67.8, which corresponds to a "regular" quality, reaching the conclusion that the Shullcas sub-basin is the most impacted by municipal discharges, for which it is recommended to build water treatment plants. residuals with activated sludge technology or stabilization ponds.

**Keywords:** Municipal sewage, contamination of rivers, water quality index CCME

## **Introducción**

El crecimiento económico y demográfico está generando una presión ambiental sobre los recursos naturales (González-Val & Pueyo, 2019), entre ellas el agua superficial, donde proviene el agua dulce que consume la población, el cual es una matriz que corre riesgo de contaminación (Van Winckel et al., 2021). La insuficiente gestión de los residuos sólidos y las descargas directas de las aguas servidas han emergido como la principal fuente de degradación ambiental en los ríos (Wan & Wang, 2021). Dentro del análisis realizado al plan de gestión de recursos hídricos de la cuenca del río Mantaro, se manifiesta que los problemas primordiales que inciden sobre la calidad hídrica se relacionan con el inadecuado manejo y disposición de las aguas servidas de origen urbano, la falta de concientización ambiental y difusión sobre la situación actual de las fuentes de agua (Autoridad Nacional del Agua, 2020). Los Índices de Calidad de Agua (ICA) se perfilan como una herramienta potencial para evaluar la calidad del agua y reducir las brechas de divulgación de la información y sensibilización, ya que resumen los