

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO
TINGO MAYGASBAMBA Y EL BIOMONITOREO DE
MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Wilson Ruiz Cruzado

Asesor:

M.Sc. Ing. Iselli Josylin Murga Gonzalez

<https://orcid.org/0000-0002-1711-6144>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Iselli Josylin Nohely Murga Gonzalez	44362724
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Marco Alfredo Sánchez Peña	41799695
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Juan Carlos Flores Cerna	18898536
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	%	4%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Gonzalo Sotomayor, Henrietta Hampel, Raúl F. Vázquez, Marie Anne Eurie Forio, Peter L.M. Goethals. "Selection of an adequate functional diversity index for stream assessment based on biological traits of macroinvertebrates", Ecological Indicators, 2023 Publicación	1%
2	Henrietta Hampel, Raúl F. Vázquez, Hari González, Raúl Acosta. "Evaluating the Ecological Status of Fluvial Networks of Tropical Andean Catchments of Ecuador", Water, 2023 Publicación	1%
3	Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica Trabajo del estudiante	<1%
4	Submitted to Universidad del Rosario Trabajo del estudiante	<1%

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.	12
1.2. Formulación del problema.	19
1.3. Objetivos.	20
1.3.1 Objetivo general.	20
1.3.2 Objetivos específicos.	20
1.4. Hipótesis.	20
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	21
2.1. Tipo de investigación.	21
2.2. Población y muestra.	21
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.	22
MATERIALES	22
REACTIVO	22

GPS Garmin, botas de goma, bolsas Ziploc, microscopio estereoscopio, guantes, hojas de campo y recipientes entre otros.	22
Alcohol de 96 %	22
CAPÍTULO III: RESULTADOS	29
3.1 Parámetros Físicoquímicos.	29
3.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.	30
3.3. Resultados de los metales arsénico, cadmio, plomo, cromo, aluminio, cobre, zinc, en el agua:	34
3.4 Resultados del estudio de los macroinvertebrados.	37
3.5 Resultados del análisis de correlación de Pearson entre las variables físicoquímicas y los índices bióticos.	43
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	46
4.1. Discusión	46
4.2. Conclusiones	48
REFERENCIAS	50
ANEXOS	55

Índice de Tablas

Tabla 1 Equipos y materiales.	22
Tabla 2 Estaciones de monitoreo-ubicación.....	23
Tabla 3 Análisis fisicoquímicos durante las campañas de lluvia y estiaje en las 5 estaciones.	29
Tabla 4 Resultados del pH obtenidos en las cinco5 estaciones y dos campañas.	30
Tabla 5 Resultados de la conductividad eléctrica obtenidos en las 5 estaciones y dos campañas de muestreo.	31
Tabla 6 Resultados de temperatura en las 5 estaciones y dos campañas de muestreo.	30
Tabla 7 Resultado de oxígeno disuelto obtenido en las 5 estaciones y dos campañas de muestreo.	31
Tabla 8 Resultados del caudal de agua en las 5 estaciones y dos campañas de muestreo	31
Tabla 9 Resultados de Arsénico obtenidos en las 5 estaciones y dos campañas de muestreo	32
Tabla 10 Resultados de Cadmio obtenidos en las 5 estaciones y dos campañas de muestreo	35
Tabla 11 Resultados de Plomo obtenidos en las cinco5 estaciones y dos campañas. ...	35
Tabla 12 Resultados de Cromo obtenidos en las cinco5 estaciones y dos campañas. ..	36
Tabla 13 Resultados de Aluminio obtenidos en las cinco5 estaciones y dos campañas	36
Tabla 14 Resultados de Cobre obtenidos en las cinco5 estaciones y dos campañas.....	37
Tabla 15 Resultados de Zinc obtenidos en las cinco5 estaciones y dos campañas.	37
Tabla 16 Total de Familias recolectadas en las cinco estaciones de muestreo.	38
Tabla 17 Resultados de macroinvertebrados colectados en época de lluvia y estiaje..	39
Tabla 18 Resultados de los índices IHF y QBR en la época de lluvia y estiaje.	40
Tabla 19 Resultado global de la aplicación de los Índices EPT, ABI, BMWP´col y el protocolo CERA.....	40
Tabla 20 Correlaciones del trabajo investigativo en ambas variables.	41

Índice de figuras

Figura 1 <i>Resultados del pH obtenidos en las cinco5 estaciones y dos campañas.</i>	30
Figura 2 Resultados de la conductividad eléctrica	31
Figura 3 <i>Resultadosde temperatura obtenidos.</i>	30
Figura 4 Resultados del caudal de agua	32
Figura 5 <i>Número de familias por estación de muestreo.....</i>	40

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar la relación entre los valores de pH, conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto, caudal, As, Cd, Pb, Cr, Al, Cu, Zn, y el biomonitorio de macroinvertebrados acuáticos EPT, BMWP´col, ABI, PROTOCOLO CERA, los resultados se compararon con calidad del agua del río Tingo Maygasbamba, regulados por el D.S. 004-2017 MINAM para la categoría 3 aguas para riego y bebida de animales. Desarrollando un enfoque cuantitativo, tipo de investigación básica en su nivel descriptiva correlacional causal y un diseño de investigación no experimental. Los resultados de los cuatro índices muestran en las cinco estaciones una calidad del ecosistema acuático entre pésima y mala, esto se debe a las modificaciones notorias según los índices IHF y QBR que evalúan las condiciones de los tramos fluviales en cuanto la diversidad de microhábitats y la calidad de la vegetación de ribera, solo la conductividad del agua y el índice BMWP´col dieron una relación alta positiva.

PALABRAS CLAVES: Calidad, agua, biomonitorio, macroinvertebrados y acuáticos

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto**, por determinación de los propios autores amparados en el Texto Integrado del Reglamento RENATI, artículo 12.

Referencias

- Acosta Rivera, A. G. (2023). Caracterización ecológica y composición de comunidades de macroinvertebrados en la cuenca del río Ambato provincia de Tungurahua para elaborar un plan de biomonitorio y gestión de la calidad del agua. [Bachelor Thesis, Quito: Universidad Tecnológica Indoamericana].
<https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/5560>
- Baque Soledispa, L. P. (2021). Estudio de calidad de agua mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos en el río buenos aires, jipijapa.
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2768>
- Barragan Pacco, D. C., y Inofuente Macedo, R. G. (2022). Relación entre la calidad ambiental del agua y la diversidad de invertebrados bentónicos en la laguna Inkamontera. Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/98230>
- Bonet, M. (2011). *Propuesta de un protocolo de evaluación de calidad ecológica en la zona minera de la Cuenca del Jequetepeque, Perú. España. Obtenido de* <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/13722>
- Chacha, M. E. C., Zambrano, P. V. M., Logroño, J. P. A., y Cárdenas, G. O. Z. (2022). Evaluación de la calidad de agua mediante la identificación de macroinvertebrados bentónicos, en el Río Arapicos. Polo del Conocimiento, 7(7), Article 7.
<https://doi.org/10.23857/pc.v7i7.4330>
- Chacón Ramos, E. (2022). Utilización de macroinvertebrados en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos. Revisión Sistemática 2022. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/103703>
- Córdoba, N. S., Astorquia, L. E., Alegrechy, A. H., Díaz Ferrari, A., Luques, V., y Medina,

- O. Jorge. (2023). Metodología de la investigación I.
<http://rehip.unr.edu.ar/xmlui/handle/2133/25465>
- Dihigo, J. G. (2021). Metodología de la investigación para administradores. Ediciones de la U.
- Domínguez, E. &. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. (Vol. Primera Edición). San Miguel de Tucumán – Argentina: Fundación Miguel Lillo.*
- Easter, K. W., y Zeitouni, N. (2019). The Economics of Water Quality (p. 592). Scopus.
<https://doi.org/10.4324/9781315240060>
- Encalda A, Rieradevall M, Rios B, Garcia N, Prat N. (2011). *Protocolo simplificado y guía de la evaluación de la calidad de ríos andinos CERA-S. 76.* Obtenido de <http://www.ub.edu/riosandes/index.php/protocolo-cera-s.html>
- Guamán Chacha, K. A., Hernández Ramos, E. L., y Lloay Sánchez, S. I. (2021). El proyecto de investigación: La metodología de la investigación científica o jurídica. Conrado, 17(81), 163-168.
- Gutierrez, P. (2010). “Plecóptera”. *Revista de Biología Tropical. Revista de Biología Tropical., 139-148.* Obtenido de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v58s4/a06v58s4.pdf>
- Jaramillo, A. V., y Villamar, J. A. (2022). Evaluación de la calidad del agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos, como bioindicadores, en la quebrada mendieta de la microcuenca zamora huayco del cantón y provincia de Loja durante el año 2021-2022 [Thesis, Instituto Tecnológico Sudamericano].
<http://dspace.tecnologicosudamericano.edu.ec/jspui/handle/123456789/477>
- Jaramillo Abad, G. Y. (2021). Estructura y composición comunitaria de Macroinvertebrados Bentónicos, como referentes de la calidad del agua—Cuenca San Alberto, Oxapampa, Perú.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4741>

- Jáuregui Araujo, D. Y. (2019). Determinación de la calidad del agua empleando macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos en el río Sendamal, Celendín. Universidad Nacional de Cajamarca. <https://doi.org/10/J8-T>
- Jiménez, R., Barnuevo, E., Timbe, B., y Astudillo, P. X. (2021a). El uso de gremios tróficos en macroinvertebrados acuáticos como herramienta de monitoreo en los Altos Andes del Sur de Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 7(1), 310-317. <https://doi.org/10.1080/23766808.2021.1953891>
- Jiménez, R., Barnuevo, E., Timbe, B., y Astudillo, P. X. (2021b). El uso de gremios tróficos en macroinvertebrados acuáticos como herramienta de monitoreo en los Altos Andes del Sur de Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 7(1), 310-317. <https://doi.org/10.1080/23766808.2021.1953891>
- Khurana, I., y Sen, R. (2021). Tackling Water Quality Issues. *Water Resources Development and Management*, 69-103. Scopus. https://doi.org/10.1007/978-981-16-1472-9_4
- Kubiak-Wójcicka, K., Zelenakova, M., y Negm, A. M. (2021). Introduction to the “Quality of Water Resources in Poland”. *Springer Water*, 3-12. Scopus. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64892-3_1
- Mora Campos, M. R., y Tamay Heras, A. A. (2022). Determinación del índice de calidad de agua mediante el monitoreo de macro invertebrados, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el río Sinincay, Cuenca—Ecuador [BachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21888>
- Nix, D., y Nicholson, E. (2022). Water Sector Supply Chain Issues and Lessons. *Journal - American Water Works Association*, 114(4), 72-75. Scopus.

<https://doi.org/10.1002/awwa.1906>

Pastor, B. F. R. (2019). Población y muestra. *Pueblo continente*, 30(1), Article 1.

Quispe Mamani, E., Chaiña Chura, F. F., Salas Ávila, D., y Belizario Quispe, G. (2022).

Imaginario social de actores locales sobre la contaminación ambiental minera en el altiplano peruano. *Revista de ciencias sociales*, 28(1), 303-321.

Ramírez, C. A. S. (2021). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. Ediciones de la U.

Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad de agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. Colombia*. Editorial Universidad de Antioquia. 164 p.

Sanchez Peña, M. A. (2017). *Evaluación ecológica del río Chonta Cajamarca- Perú para determinar su grado de contaminación*. Cajamarca, Peru: Universidad Nacional de Piura.

Segnini, M. (2003). *El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente*. *Eco trópicos*. , 63.

Suárez, A. A. G., Suárez, C. A. H., y Nuñez, R. P. (2021). Efectos depresivos del aislamiento preventivo obligatorio asociados a la pandemia del Covid-19 en docentes y estudiantes de una universidad pública en Colombia: *Psicogente*, 24(45), Article 45. <https://doi.org/10.17081/psico.24.45.4156>

Tarrillo Campos, E. E. (2021). Evaluación de macroinvertebrados acuáticos, como indicadores del estado ecológico del río Tingo, Provincia de Hualgayoc, Cajamarca – 2019. <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/161>

Ulloa, A., Godfrid, J., Damonte, G., Quiroga, C., López, A. P., Ulloa, A., Godfrid, J., Damonte, G., Quiroga, C., y López, A. P. (2021). Monitoreos hídricos comunitarios: Conocimientos locales como defensa territorial y ambiental en Argentina, Perú y Colombia. *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, 69, 77-97.

<https://doi.org/10.17141/iconos.69.2021.4489>

Wei, L., Xie, H., y Lv, H. (2022). Water Quality Security Guarantee and Monitoring System Based on Cloud Technology. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 85, 345-350. Scopus. https://doi.org/10.1007/978-981-16-5854-9_43