

Determinación de la calidad de agua en una confluencia. Caso cascada de Jun Jun

Determination of water quality at a confluence. Jun Jun waterfall case

Martínez-Inca Marco Israel

Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Manabí. Portoviejo, Ecuador.
Correo: mmartinez0433@pucesm.edu.ec

Gordillo-Guambaña Burgos Geovanny

Departamento de Ciencias de la Vida,
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Quito, Ecuador.
Correo: bggordillo@espe.edu.ec
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5941-0109>

RESUMEN

La calidad del agua es fundamental para garantizar el bienestar y progreso de una localidad, la presente investigación tiene como finalidad, evaluar la calidad del agua del río Quero, ubicada en el cantón del mismo nombre, para determinar los niveles de contaminación presente se tomó como referencia el Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo I, Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 5 respectivamente esto se determinó en función de los usos del recurso. Se tomó como referencia dos puntos de muestreo el primero diagonal a la celda emergente y el segundo aguas debajo de las cascada Jun Jun, se determinó que el agua del río Quero es óptima para el desarrollo de la vida acuática y silvestre ya que presente altas concentraciones de oxígeno disuelto más 3 mg/l obteniendo valores máximos de 7,4 mg/l, indicador de una buena calidad de agua, más referente al uso agropecuario se evidencia una alta carga orgánica sobre todo en el punto diagonal a la celda emergente donde se registra concentraciones de 4300 NMP/100 ml, esto nos puede indicar una contaminación por lixiviado, debido que presenta una baja concentración de coliformes fecales menos de 1000 NMP/100 ml, como para atribuir las altas concentraciones a las heces o purines, por esto se recomienda que se use el agua del río Quero para uso agropecuario solo aguas arribas de la zona de la celda emergente ya que los análisis demuestran una autorecuperación del río.

Palabras claves: calidad de agua, oxígeno disuelto, coliformes totales, celda emergente.

ABSTRACT

The water quality is essential to ensure the welfare and progress of a locality, this research aims to evaluate the water quality of the Quero River, located in the canton of the same name, to determine the levels of contamination present was taken as a reference Ministerial Agreement 097-A, Annex I, Table 2, Table 3 and Table 5 respectively this was determined based on the uses of the resource. Two sampling points were taken as reference, the first one diagonal to the emergent cell and the second one downstream of the Jun Jun waterfall. It was determined that the water of the Quero River is optimal for the development of aquatic and wild life since it has high concentrations of dissolved oxygen plus 3 mg/l, obtaining maximum values of 7.4 mg/l, an indicator of good water quality, but regarding agricultural use, a high organic load is evident, especially at

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 15 de abril de 2024.

Fecha de aceptación: 10 de junio de 2024.

Fecha de publicación: 20 de julio de 2024.



the diagonal point of the emergent cell where concentrations of 4300 NMP/100 ml are registered, This may indicate contamination by leachate, since it has a low concentration of fecal coliforms the 1000 NMP/100 ml, so as not to attribute the high concentrations to feces or slurry. Therefore, it is recommended that the water of the Quero River be used for agricultural use only upstream from the zone of the emerging cell, since the analyses show that the river is self-recovering.

Keywords: water quality, dissolved oxygen, total coliforms, emerging cell.

1. INTRODUCCIÓN

Los Recursos hídricos son bienes naturales (depósitos e insumos de agua dulce) que forma parte del patrimonio natural que tiene un estado, se encuentran repartidos a nivel mundial de manera inequitativa y están sometidos a presión debido a las actividades humanas, se estima que solo el 2.5 % del agua del planeta es dulce de está más del 68.9% se halla en los glaciares y casquetes polares, el 30.1% es agua subterránea y solo el 0.4% es agua superficial (Mendoza & Benavidez, 2021).

En la actualidad los recursos hídricos están altamente amenazados debido a las actividades antrópicas, que generan una gran cantidad de problemas (contaminación, calentamiento global, deforestación, etc.) (Coello et al., 2013). Debido a esto cada vez se ve más la necesidad de cuidar, proteger y mantener estas fuentes de agua, ya que es un recurso insustituible del planeta.

A nivel mundial se vio un aumento del interés en el monitoreo, mediciones, modelamiento hidrológico e hidrometeorológico, para poder conocer el estado real de las fuentes de agua dulce en términos de cantidad, calidad, distribución, disponibilidad, extracción, usos y retornos, todo esto con el fin de evitar el desperdicio, sobreutilización, y así garantizar el uso equitativo (Baque et al., 2016).

El Ecuador es uno de los países que cuenta con recursos hídricos, los mismos tienen origen en los relieves andinos formando dos cuencas; Pacífico y Amazonas (Ildefonso et al., 2015). En promedio se estima 361747 hm³ de recursos hídricos superficiales frente a 14272 hm³ de recursos hídricos

subterráneos Se estima una escorrentía media anual total de 432 000 hm³, (Baque et al., 2016)

La contaminación de agua en nuestro país se debe en gran medida a las actividades productivas o domésticas, siendo una de las más extractivas la agricultura, se estima que el 70% de agua dulce del Ecuador se usa para actividades agropecuarias, el 20% en actividades domésticas realizadas en zonas aledañas a las fuentes de agua y menos de un 10% en actividades industriales (Soria, 2015).

El conocer la calidad, la cantidad disponible, son factores fundamentales para conocer el estado real de los recursos hídricos en una determinada zona, y así poder diagnosticar y tratar a tiempo todos los problemas que puedan presentarse en un futuro, como se sabe el agua es un factor determinante en la evolución y desarrollo de una sociedad (Abarca & Muñoz, 2023).

El análisis de los factores físicos, químicos y microbiológicos en cuerpos de aguas dulce nos permite identificar si está perdiendo su nivel de pureza, por contaminación biológica (heces, purines, fluidos sanguíneos), química (uso de fertilizantes, insecticidas, residuos minerales industriales, pudiendo estos ser radioactivos), microbiológicos (microorganismos, virus), sedimentos y materiales suspendidos (basura) (Chiliquinga, 2012).

El cantón Quero es conocido por su producción agrícola siendo esta su principal actividad económica, más en los últimos años ha ido ganando reconocimiento de zona turística entre sus principales atractivos turísticos se encuentra la cascada Jun Jun.

La cascada Jun Jun al ser uno de los sitios más visitados por su imponente paisaje recibe al año cerca de 1000 turistas, por esto en el presente estudio se realizará un análisis de la calidad de agua del río Quero donde desemboca los efluentes de la cascada y siendo este el principal río del cantón, ya que sus aguas se utilizan para el cultivo de uvas, maíz, papa, cebolla, etc., al igual dicha agua es utilizada para uso pecuario.

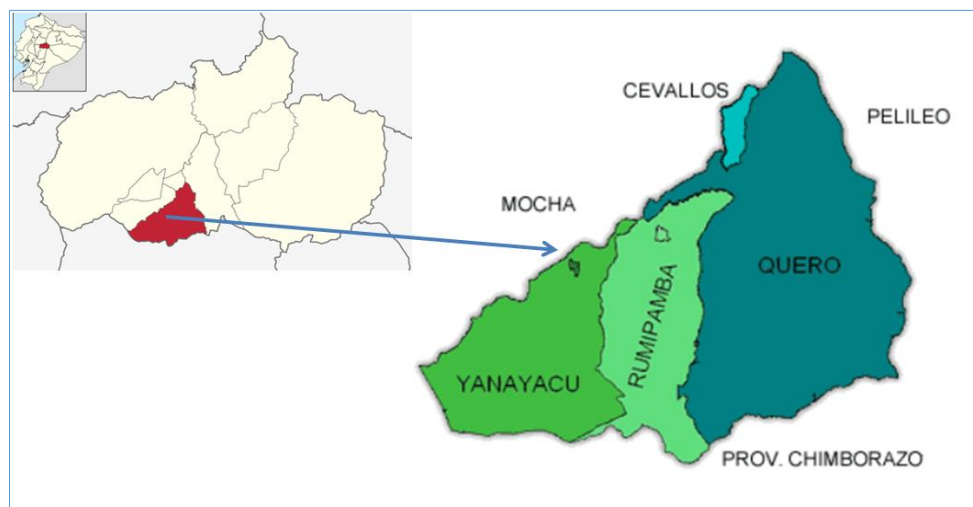
En la actualidad se desconoce el estado real del río Quero, el último monitoreo y análisis de estas aguas se realizó en Marzo del 2022, por parte del GAD Parroquial de Quero, los mismos análisis lo realizó la empresa LABCESTTA, dichos estudios fueron realizados para el cierre de la Celda emergente del cantón Quero, por lo cual el estudio de la calidad de agua del río se realizó de manera superflua, estos estudios son la base del presente estudio donde veremos si la presencia de turistas y las actividades antrópicas representan una amenaza a la prevención de la vida acuática y silvestre de la zona y en especial de la Cascada Jun Jun.

2. METODOLOGÍA

Descripción del área de estudio.

El cantón Quero está ubicado en de la provincia de Tungurahua en la región sur –oeste a 18.5 Km de Ambato, limitado por los cantones, al norte Cevallos, al sur Guano (Chimborazo), al este Pelileo y al oeste Mocha. Su extensión territorial es de 179 Km², está conformado por las parroquias rurales Yanayacu y Rumipamba, y la cabecera cantonal Quero. Tiene una población aproximada de 20.000 habitantes, en la Figura 1, se muestra el mapa y división política del cantón Quero (Quero, 2024).

Figura 1. Mapa político del cantón Quero.



El de estudio se realizó en torno a la Cascada Jun Jun (Figura 2), la cual lleva su nombre en honor a un cacique, se encuentra en el Cantón Quero en el Barrio La Concepción en el Sector Jun Jun, geográficamente se ubica en latitud 0766911 N y longitud 9849121 E, su salto de caída es de aproximadamente 15 metros de altura. Se encuentra a 4,5 Km de la cabecera cantonal de Quero, el clima predominante es frío húmedo, la temperatura media anual es de 13°C a 16°C y la precipitación media anual es de 606 mm, cuenta con una altitud 2 814 m.s.n.m. (Paz, 2015).

El estudio del análisis de la calidad de agua a lo largo de la cascada Jun Jun se realizó en el año 2022 por el GAD Parroquial de Quero bajo los servicios del laboratorio ambiental LABCESTTA, para el Cierre de la Celda Emergente

Figura 2. Cascada Jun Jun



Monitoreo de la calidad del agua

La zona de la captación del río Quero, corresponde a 0.87 Km aproximadamente de recorrido del flujo del río, delimitada al Norte por el río Mocha, al Sur el río Pachanlica, al este en cantón Pelileo y oeste el cantón Quero, debido a extensión del tramo, se estableció sólo dos puntos de muestreo (Figura 3), el primero en dirección a la Celda emergente del cantón Quero para identificar si los lixiviados

de está, están alterando la calidad del agua del río. El segundo punto de muestreo se tomó aguas abajo de la cascada Jun Jun para identificar si la caída del agua de la cascada (resalto hidráulico) genera alteración en la biota del río, en la Tabla 1, se detalla su ubicación geográfica.

Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo. Google Maps



Tabla 1. Puntos de muestreo

PUNTO DE MUESTREO	ALTITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
P1- Diagonal a la celda emergente	2820 m.s.n.m	17 M 766122/9848673
P2- Aguas abajo cascada Jun Jun	2814 m.s.n.m	17 M 765745/9847954

Para tener un monitoreo más representativo las muestras se tomaron en dos días, debido a la accesibilidad se estimó solo dos puntos, las tomas de agua se realizaron bajo lo establecido en la norma técnica INEN 2226:2013 Calidad del Agua Muestreo.

Las muestras fueron tomadas por los técnicos de campo de la empresa LABCESTTA, para evitar cualquier error o inconveniente, las muestras se tomaron en envases de plástico de 1 L de capacidad para los análisis físico-químicos y en envases esterilizados para los análisis microbiológicos debido que se debe evitar la menor influencia del medio (Coello et al., 2013).

Los datos de agua in situ fueron el pH, temperatura y oxígeno disuelto, las muestras recolectadas fueron debidamente etiquetadas y llevadas bajo

refrigeración al Laboratorio LABCESTTA ubicado en la ciudad de Guayaquil, para realizar los análisis físicos-químicos y microbiológicos.

Calidad en aguas dulces.

La normativa nacional establecida en el Acuerdo Ministerial 097-A contiene los Anexos del Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Medio ambiente en los recursos Agua, Suelo, Aire, Emisiones y Ruido, el Anexo I hace referencia al recurso agua, en el cual se establecen todos los límites máximos permisibles de los diferentes parámetros físico, químicos y microbiológicos.

Estos límites difieren del tipo de uso del agua sea este consumo, agrario, pecuario, conservación del hábitat, entre otros. Para el presente estudio se va a realizar un análisis comparativo con la Tabla 2. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PREVENCIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y ESTUARIOS, más debido que el agua del río Quero se utiliza en actividades agrícolas y consumo pecuario, también se realizará un análisis comparativo con la Tabla 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA EL RIEGO AGRÍCOLA y Tabla 5. CRITERIO DE CALIDAD DE AGUAS PARA USO PECUARIO, correspondientemente.

3. DESARROLLO

Análisis de calidad de agua.

Los parámetros para analizar en el monitoreo del río Quero son los establecidos en la Tabla 2. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLE PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRES EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS del ANEXO 1 de la NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA, establecido mediante el Acuerdo Ministerial 097- A publicado el 4 de noviembre del 2015.

Se debe indicar que los análisis a comparar se realizaron en 22 de agosto del 2022 por la empresa LABCESTTA por pedido del GAD Municipal de Quero, por

lo tanto, no se cuentan con todos los parámetros establecidos en la normativa anteriormente mencionada,

Parámetros in situ.

Son parámetros que se analiza en el mismo punto de muestreo, puesto que el tiempo de transporte y temperatura de los contenedores, pueden alterar o modificar la muestra, la Organización Mundial de la Salud establece que al retirar una muestra de agua fuera de su entorno natural se verá inevitablemente modificada, esto se debe a su alta inestabilidad entre los más comunes se encuentra el pH, temperatura, oxígeno disuelto, nitratos, sulfatos entre otros, en la Tabla 2 se muestra los resultados de los parámetros in situ analizados bajo la Tabla 2 del Anexo I del Acuerdo Ministerial 097-A (Monroy, 2015).

Tabla 2. *Análisis in situ del río Quero.*

PARÁMETRO	M1	M2	M3	M4	Límite admisible Tabla 2.	UNIDADES
Temperatura	17	17	18	18	15 - 20	°C
Potencial hidrógeno (pH)	7,19	7.29	7.23	7.39	6,5 - 9	Unidades de pH
Oxígeno disuelto	6,21	7.33	5.68	7.39	>80	% saturación

Parámetros físico-químicos

Son parámetros que analizan cuantitativamente la presencia de especies químicas y propiedades físicas en el agua, más cabe recalcar que no nos indica su origen, este es uno de los análisis más utilizados debido a su rapidez y que sus monitoreos se pueden realizar con frecuencia, en la Tabla 3 se muestra los resultados de los parámetros físicos-químicos analizados bajo la Tabla 2 del Anexo I del Acuerdo Ministerial 097-A (Samboni, 2007).

Tabla 3. *Análisis parámetros físico-químicos*

PARÁMETRO	M1	M2	M3	M4	Límite admisible Tabla 2.	UNIDADES
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	<27	<27	<27	<27	40	mg/l

Demanda biológica de oxígeno (DBO5)	5	6	10	10	20	mg/l
Mercurio	<0,001	<0.001	<0.001	<0.001	0,0002	mg/l
Cadmio	<0,0008	<0.0008	<0.0008	<0.008	0,001	mg/l
Plomo	<0,005	<0.005	<0.005	<0.005	0,001	mg/l
Níquel	<0,01	<0.01	<0.01	<0.01	0,025	mg/l
Zinc	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	0,03	mg/l
Arsénico	<0,01	<0.01	<0.01	<0.01	0,05	mg/l

Parámetros Microbiológicos

Son parámetros que analizan cualitativamente la presencia o ausencia de agentes patógenos, nos indica el grado de contaminación de un cuerpo de agua, la mayoría de estos se encuentra en las heces y purines de los animales y humanos, en la Tabla 4 se muestra los resultados de los parámetros microbiológicos analizados bajo la Tabla 2 del Anexo I del Acuerdo Ministerial 097-A (Londoño Olga, 2017).

Tabla 4. Análisis de los parámetros microbiológicos,

PARÁMETRO	M1	M2	M3	M4	Límite admisible Tabla 2.	UNIDADES
Coliformes fecales	350	700	400	<1.8	NO ANALIZA	NMP/100 ml
Coliformes totales	4300	540	4300	630	NO ANALIZA	NMP/100 ml

La actividad económica del cantón Quero se basa principalmente en la agricultura, siendo el río Quero su principal recurso hídrico, por este motivo se realizará un análisis comparativo con la Tabla 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA EL RIEGO AGRÍCOLA.

Parámetros in situ.

En la Tabla 5 se muestra los resultados de los parámetros in situ analizados bajo la Tabla 3 del Anexo I del Acuerdo Ministerial 097-A.

Tabla 5. Análisis de parámetros in situ.

PARÁMETRO	M1	M2	M3	M4	Límite admisible Tabla 3	UNIDADES
Temperatura	17	17	18	18	15 - 20	°C
Potencial	7,19	7.29	7.23	7.39	6,0 - 9.0	Unidades

hidrógeno (pH)						de pH
Oxígeno disuelto	6,21	7.33	5.68	7.39	3	mg/l

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 6 se muestra los resultados de los parámetros físico- químicos analizados bajo la Tabla 3 del Anexo I del Acuerdo Ministerial 097-A.

Tabla 6. Análisis de parámetros físico - químicos.

PARÁMETRO	M1	M2	M3	M4	Límite admisible Tabla 3	UNIDADES
Mercurio	<0,001	<0.001	<0.001	<0.001	0,001	mg/l
Cadmio	<0,0008	<0.0008	<0.0008	<0.008	0,005	mg/l
Plomo	<0,005	<0.005	<0.005	<0.005	5	mg/l
Níquel	<0,01	<0.01	<0.01	<0.01	0,2	mg/l
Zinc	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	2	mg/l
Arsénico	<0,01	<0.01	<0.01	<0.01	0,1	mg/l

Parámetros Microbiológicos

En la Tabla 7 se muestra los resultados de los parámetros microbiológicos analizados bajo la Tabla 3 del Anexo I del Acuerdo Ministerial 097-A.

Tabla 7. Análisis de parámetros microbiológicos.

PARÁMETRO	M1	M2	M3	M4	Límite admisible Tabla 3	UNIDADES
Coliformes fecales	350	700	400	<1.8	NO ANALIZA	NMP/100 ml
Coliformes totales	4300	540	4300	630	1000	NMP/100 ml

En el estudio realizado para el cierre de la Celda emergente, se señala que los animales que pastorean a las riberas del río Quero la consumen, por este motivo se realizará un análisis comparativo con la Tabla 5. CRITERIO DE CALIDAD DE AGUAS PARA USO PECUARIO.

Parámetros in situ.

En la Tabla 8 se muestra los resultados de los parámetros in situ analizados bajo la Tabla 5 del Anexo I del Acuerdo Ministerial 097-A.

Tabla 8. Análisis de los parámetros in situ.

PARÁMETRO	M1	M2	M3	M4	Límite admisible Tabla 5	UNIDADES
Temperatura	17	17	18	18	NO ANALIZA	°C
Potencial hidrógeno (pH)	7,19	7.29	7.23	7.39	NO ANALIZA	Unidades de pH
Oxígeno disuelto	6,21	7.33	5.68	7.39	NO ANALIZA	% saturación

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 9 se muestra los resultados de los parámetros físico-químicos analizados bajo la Tabla 5 del Anexo I del Acuerdo Ministerial 097-A.

Tabla 9. Análisis de los parámetros físicos-químicos

PARÁMETRO	M1	M2	M3	M4	Límite admisible Tabla 5	UNIDADES
Mercurio	<0,001	<0.001	<0.001	<0.001	0,001	mg/l
Cadmio	<0,0008	<0.0008	<0.0008	<0.008	0,005	mg/l
Plomo	<0,005	<0.005	<0.005	<0.005	5	mg/l
Níquel	<0,01	<0.01	<0.01	<0.01	0,2	mg/l
Zinc	<0,05	<0.05	<0.05	<0.05	2	mg/l
Sólidos disueltos	182	186	250	226	3000	mg/l
Arsénico	<0,01	<0.01	<0.01	<0.01	0,1	mg/l

Parámetros Microbiológicos

En la Tabla 10 se muestra los resultados de los parámetros microbiológicos analizados bajo la Tabla 5 del Anexo I del Acuerdo Ministerial 097-A.

Tabla 10. Análisis de los parámetros microbiológicos.

PARÁMETRO	M1	M2	M3	M4	Límite admisible Tabla 5	UNIDADES
Coliformes fecales	350	700	400	<1.8	1 000	NMP/100 ml
Coliformes totales	4300	540	4300	630	NO ANALIZA	NMP/100 ml

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizadas las pruebas de caracterización del río Quero (análisis in situ, físicos-químicos y microbiológicos) realizados en el laboratorio LABCESTTA, se establece los parámetros fuera de norma con respecto a la Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 5 del Acuerdo ministerial Anexo I NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA.

Parámetros fuera de norma con respecto a la Tabla 2: Criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.

En los análisis realizados no se evidencia ningún parámetro fuera de norma, por lo cual se puede establecer que las condiciones del río Quero son óptimas para el desarrollo de microfauna y fauna del río Quero.

Parámetros fuera de norma con respecto a la Tabla 3. Criterios de calidad de aguas para el riego agrícola.

Una vez realizados los respectivos ensayos físicos, químicos y microbiológicos se encontró dos parámetros fuera de los límites permisibles, debido a la poca cantidad de muestras se trabajará con la condición más desfavorable al sistema (moda). Teniendo así un parámetro fuera de la normativa establecida en la Tabla 3, siendo este los coliformes totales.

Coliformes Totales

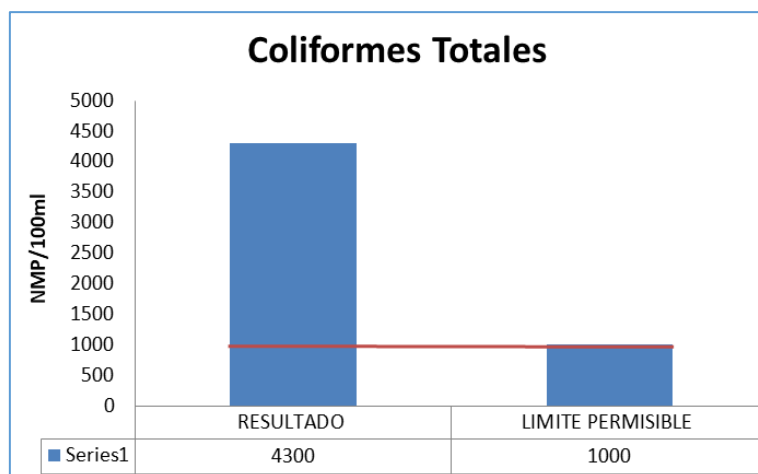
En la Tabla 11, se observa que el parámetro coliformes totales en el punto de muestreo M2 y M4, el cual se encuentra diagonal a la Celda emergente del cantón Quero, presenta valores mayores con referencia al otro punto de muestreo.

Tabla 11. Concentración de los Coliformes totales

PARAMETRO	M1	M2	M3	M4	LIMITE PERMISIBLE	UNIDADES
Oxígeno disuelto	4300	540	4300	630	1000	NMP/100 ml

En el Grafico 1, se observa que el parámetro coliformes totales presenta valores que cuadruplican al valor del límite permitido de 1 000 NPM/100 ml.

Gráfico 1. Coliformes totales VS Límite permisible



Parámetros fuera de norma con respecto a la Tabla 5. Criterio de calidad de aguas para uso pecuario

En los análisis realizados no se evidencia ningún parámetro fuera de norma, por lo cual se puede establecer que las condiciones del río Quero son óptimas para el consumo pecuario.

Discusión

La presente investigación se realizó con la finalidad de determinar el estado de la calidad del río Quero, para esto nos basamos en el Acuerdo 097-A, Anexo I del Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente en los recursos Agua, Suelo, Aire, Emisiones y Ruido, en función de los diferentes usos del recurso hídrico siendo estos como caudal ecológico para establecer y asegurar el mantenimiento de la biota y microbiota autónoma de la zona para esto se estableció un análisis comparativo con la Tabla 2 del Anexo 1, que establece los criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios, se determinó que las aguas del río Quero son óptimas para el desarrollo de ecosistemas marinos debido a que tiene una concentración mayor de oxígeno disuelto, lo que evidencia una baja concentración de metales pesados (Muñoz, y otros, 2015) se pudo evidenciar que el oxígeno disuelto es

mayor en el punto de muestreo aguas debajo de la cascada esto se debe a la gran aireación que genera la caída de agua de la cascada Jun Jun.

Además debido a que la zona de estudio se considera un área de productividad agropecuaria se realizó un análisis comparativo con la Tabla 3 y Tabla 5 del Anexo I, respectivamente donde la Tabla 3, establece las condiciones de calidad que debe cumplir un cuerpo de agua dulce para ser utilizado en el riego de los cultivos, una vez realizado el análisis se determinó una alta concentración de coliformes totales, esto puede deberse a varios factores, comúnmente se atribuye estas concentraciones a la descarga de heces y purines al agua del río, más como se evidencia en la Tabla 9. Análisis microbiológicos referentes a la Tabla 5 del Anexo 1, la concentración de coliformes fecales es baja, por este motivo la contaminación por coliformes puede deberse al vertido de los lixiviados que se generan en la Celda emergente ya que las concentraciones solo son elevadas en el punto de muestro diagonal a está, como lo indica en su estudio (Espinoza , y otros, 2010) por este motivo se considera que el agua del río Quero no se debería usar como agua de riego en ese tramo por la presencia de partículas de basura en el agua (microplasticos), aguas arribas de la celda emergente el estudio demuestra que el río se autorecupera o autodepura y se establece concentraciones menores de coliformes totales a las establecidas en la normativa.

5. CONCLUSIONES

- El río Quero cuenta con las condiciones óptimas para el desarrollo de la vida acuática y silvestre, ya que cumple con todo lo establecido en la Tabla 2 del Anexo I, del Acuerdo Ministerial 097-A del TULSMA.
- La concentración de oxígeno disuelto es mayores aguas debajo de la cascada Jun Jun, debido a la aireación que produce la caída del agua de la cascada.
- Se debe limitar el uso de este recurso hídrico en actividades agrícolas debido a que no cumple con los límites establecidos en coliformes totales de acuerdo a la Tabla 3 del Anexo I, del Acuerdo Ministerial 097-A del TULSMA.

- Se recomienda no utilizar para agua de riego en especial en la zona de la celda emergente, debida que evidencia contaminación por lixiviados.
- No se evidencia contaminación por coliformes fecales a lo largo del tramo establecido del estudio.
- Debido a que los análisis realizados por el GAD Municipal de Quero no se realizaron con el propósito de establecer la calidad del agua del río Quero, si no como un requisito para el cierre de la celda emergente, no presentan una realidad confiable.

REFERENCIAS

- Abarca, M., & Muñoz, E. (2023). Análisis de calidad de aua mediante límites permisibles (Tulsma) en la zona media de la parroquia Cebadas, provincia Chimborazo. *Dominio de las ciencias*, 9 (4), 972-987.
- Baque, R., Simba, L., González, B., Suatunce, P., Diaz, E., & Cadme, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón del Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9 (20).
- Chiliquinga, C. (2012). CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO PACHANLICA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA TOMANDO COMO BASE LA METODOLOGIA ICA DE MONTOYA. RIOBAMBA: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.
- Coello, J., Ormaza, R., Déley, Á., Recalde, C., & Ríos, A. (2013). Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los ríos Ozogoche, Pachahuiña y Pmacocho- Parque Nacional Sangay. *RIGEO*, 15(30), 66-71.
- Espinoza, M., López , M., Pellón, A., Gutiérrez, J., León, Y., Álvarez , Y., Rodríguez , Y. (2010). CARACTERIZACIÓN DE LOS LIXIVIADOS DEL VERTEDERO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS "CALLE100", CIUDAD DE LA HABANA, CUBA. *Revista Cubana de Química*, XXII(1), 27-35.
- Mendoza, A., & Benavidez, H. (2021). Evaluation of domestic water measurement error: a case study. *Journal f water supply*, 217-225.
- Monroy, M. (2015). Medición in situ de cualidades del agua para diseño. *Semillero de Investigación Ser Agua*, 31-40.

- Muñoz, H., Orozco, S., Vera, A., Suárez, J., García, E., Niera, M., & Jiménez, J. (2015). Relación entre oxígeno disuelto, precipitación pluvial, temperatura, río Zahuapan, Tlaxcala, México. VI(4), 59-74.
- Paz, C. (2015). "RECURSOS NATURALES CON POTENCIALIDAD TURISTICA CON UNA ALTERNATIVA PARA FOMENTAR EL DESARROLLO TURÍSTICO DEL CANTÓN QUERO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.". AMBATO: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
- Quero, G. M. (2024). GAD Municipal Quero. Obtenido de GAD Municipal Quero: <https://www.quero.gob.ec/>
- Samboni, N. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN, 27(3), 172-181.
- Soria, R. (2015). ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA MEDIA DEL RÍO PUYO RAMAL SALOME. Puyo: UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA.