



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA PRESENCIA DE
METALES PESADOS EN CINCO (5) RÍOS DE LA PROVINCIA DE
COTOPAXI EN EL PERÍODO 2022-2023”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Ambiental

Autoras:

Iza López Geovanna Maritza
Yauli Espin Mery Liliana

Tutor:

Ellana Amparito Boada Cahueñas

LATACUNGA – ECUADOR
Febrero 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Iza López Geovanna Maritza, con cédula de ciudadanía No. 1722928718 y Mery Liliana Yauli Espin con cédula de ciudadanía No. 0504066770, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Diagnóstico Preliminar de la Presencia de Metales Pesados en cinco (5) Ríos de la Provincia de Cotopaxi en el período 2022-2023”, siendo la Ingeniera Ellana Amparito Boada Cahueñas, PhD. Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 10 de febrero del 2023

Geovanna Maritza Iza López
Estudiante
CC: 1722928718

Mery Liliana Yauli Espin
Estudiante
CC: 0504066770

Ing. Ellana Amparito Boada Cahueñas, PhD.
Docente Tutor
CC: 1719312892

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **IZA LÓPEZ GEOVANNA MARITZA**, identificada con cédula de ciudadanía **1722928718** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Doctor Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado, “Diagnóstico Preliminar de la Presencia de Metales Pesados en cinco (5) Ríos de la Provincia de Cotopaxi en el período 2022-2023”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: marzo 2019 - agosto 2019

Finalización de la carrera: octubre 2022 – marzo 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 30 de noviembre de 2022

Tutor: Ellana Amparito Boada Cahueñas, PhD.

Tema: “Diagnóstico Preliminar de la Presencia de Metales Pesados en cinco (5) Ríos de la Provincia de Cotopaxi en el periodo 2022-2023”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. – EL CESIONARIO podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 10 días del mes de febrero del 2023.

Geovanna Maritza Iza López
LA CEDENTE

Dr. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **YAULI ESPIN MERY LILIANA**, identificada con cédula de ciudadanía **0504066770** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Doctor Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rectora Subrogante, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado, “Diagnóstico Preliminar de la Presencia de Metales Pesados en cinco (5) Ríos de la Provincia de Cotopaxi en el período 2022-2023”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: octubre 2019 – marzo 2020

Finalización de la carrera: octubre 2022 – marzo 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 30 de noviembre del 2022

Tutor: Ellana Amparito Boada Cahueñas, PhD.

Tema: “Diagnóstico Preliminar de la Presencia de Metales Pesados en cinco (5) Ríos de la Provincia de Cotopaxi en el período 2022-2023”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- f) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- g) La publicación del trabajo de grado.
- h) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- i) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- j) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 10 días del mes de febrero del 2023.

Mery Liliana Yauli Espin
LA CEDENTE

Dr. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de la Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA PRESENCIA DE METALES PESADOS EN CINCO (5) RÍOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO 2022-2023”, Iza López Geovanna Maritza y Yauli Espin Mery Liliana de la carrera de Ingeniería Ambiental, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 10 de febrero del 2023

Ellana Amparito Boada Cahueñas, PhD.

DOCENTE TUTOR

CC: 1719312892

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Iza López Geovanna Maritza y Yauli Espin Mery Liliana, con el título del Proyecto de Investigación “DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA PRESENCIA DE METALES PESADOS EN CINCO (5) RÍOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO 2022-2023”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 10 de febrero del 2023

Lector 1 (Presidente)

Ing. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, M.Sc.

CC: 0502188451

Lector 2

Ing. José Luis Agreda Oña, M.Sc.

CC: 0401332101

Lector 3

Ing. Rodolfo Matius Mendoza Poma, M.Sc.

CC: 1710448521

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a mis padres Fausto Iza y Maru López por el apoyo brindado durante mi carrera universitaria, quienes con su esfuerzo y mucha dedicación han sido un verdadero ejemplo de amor, valentía, respeto, perseverancia sobre todo por los valores impartidos que me dieron ánimo para culminar una etapa más en mi vida.

A mi amiga Yolanda Balensuela por siempre escucharme y brindarme consejos de ánimo para no rendirme en los momentos difíciles.

Mi agradecimiento a mi Tutora Ellana Boada PhD por brindarnos su apoyo y conocimiento incondicional quien nos orientó y guio para que este proyecto sea posible.

Geovanna Maritza Iza López

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, por ser el apoyo y fortaleza en mis momentos de flaqueza y debilidad, así como también brindarme la sabiduría para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Clever y Patricia, por estar junto a mi durante este sueño por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mi hermano por estar siempre presente, acompañándome, apoyándome y ser un ejemplo a seguir.

A mi pareja J.H por nunca dejarme sola, por ser mi apoyo incondicional, que, con su amor y respaldo, me motiva alcanzar mis objetivos, por ser mi fuerza cuando sentía rendirme, por sus consejos y sobre todo por estar desde el inicio del proceso hasta el final.

A mi amigo y confidente Henry por escucharme, aconsejarme y apoyarme en todo momento, gracias por ser un excelente ser humano. De manera especial a la MSc. Joseline Ruiz por su guía y su tiempo durante la investigación, por compartir sus conocimientos para mi formación académica y por su amistad.

Finalmente Agradezco a mi tutora de tesis PhD. Ellana Boada, por su apoyo impartiendo conocimientos que con su experiencia y motivación me oriento en la investigación.

Mery Liliana Yauli Espin

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios por permitirme estar con salud, por ser el mentor fundamental y brindarme sabiduría y fuerza, para poder culminar una de mis metas.

A mi padre por ser una persona comprensible amable y buen consejero, principalmente por ser el pilar fundamental para continuar con mis estudios, por siempre apoyarme moral y económicamente sin ti no sería nadie, gracias padre. Para mi eres el mejor.

A mis hermanas Alexandra y Mayra por que han estado siempre apoyándome incondicionalmente, por ser el motivo para culminar con este sueño que me propuse y que hoy se hace realidad.

Especialmente quiero dedicar este proyecto de investigación a un ser muy querido quien vino a alegrarnos la vida, a mi sobrino Ángel Sebastián por ser el motivo para seguirme formándome profesionalmente. Te amamos pequeño eres la adoración de la familia.

Geovanna Maritza Iza López

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a Dios, por bendecirme a lo largo de mi vida y por darme sabiduría y fortaleza durante el proceso para llegar a mi objetivo.

En especial a mis sobrinos Jeremy y Sebastián, mis angelitos que con su sonrisas, alegría y amor fueron mi principal fuente de inspiración para seguir adelante y para poder cumplir con este sueño que hoy es una realidad.

A mis padres, por el amor que me han brindado durante todos estos años, de igual manera por el apoyo recibido en las buenas y en las malas, por sus valores y la humildad que me han inculcado con lo cual me ha permitido llegar a ser una persona de bien, pero sobre todo por darme la vida. Ha sido un orgullo y un privilegio ser su hija, son los mejores padres.

A mi hermano por estar siempre presente, por apoyarme en cada etapa trascendida e impulsarme a seguir adelante, por ser mi compañero, mi amigo incondicional y sobre todo un ejemplo.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que esta investigación se realice con éxito en especial a aquellos que desinteresadamente me brindaron ánimos para continuar y salir adelante.

Mery Liliana Yauli Espin

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA PRESENCIA DE METALES PESADOS EN CINCO (5) RÍOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI EN EL PERIODO 2022-2023”.

AUTORES: Iza López Geovanna Maritza
Yauli Espin Mery Liliana

RESUMEN

El agua es imprescindible para la vida puesto que es de gran importancia para el desarrollo de las sociedades, Además de tener propiedades únicas, cubre más del 70 % de la extensión del planeta, uno de los principales problemas a nivel mundial que está afectando al Medio Ambiente es la contaminación del Recurso Hídrico, produciendo aspectos negativos a la calidad del agua en los ríos que se van deteriorando debido a la presencia de contaminantes de fuentes tanto naturales como antropogénicas esto se debe a las aguas no tratadas. El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar la presencia de metales pesados y su relación con los parámetros físico químicos y biológicos existentes en los ríos de la provincia de Cotopaxi estos fueron: Río Cutuchi, Río Blanco, Río Pumacunchi, Río Illuchi, Río Calope. La metodología empleada fue mediante un estudio para saber el estado del agua mediante la evaluación de 8 parámetros físico químico, biológicos y metales pesados. Para toma de las mediciones de los parámetros físico químicos se utilizó un multiparametro el cual nos ayudó a obtener valores de los parámetros pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica en los tres puntos designados para cada río. En cuanto a los parámetros biológicos y metales especiales para la recolección de toma de muestras, se tomó como referencia la normativa vigente de calidad de agua manejo-conservación de muestras NTE-INEN 2169, se determinó 3 puntos con sus respectivas coordenadas para cada río con un total de 15 muestras de agua. Una vez recolectadas las muestras de agua con los protocolos indicados se procedió a enviar al laboratorio para sus respectivos análisis. Una vez obtenido los valores de todos los parámetros evaluados se procedió a compararlos con las tablas 3 y 4 del Acuerdo Ministerial 097 A Anexo 1 criterios de calidad de agua para uso agrícola de este modo verificar si cumplen los niveles de calidad de agua establecido en dichas tablas. Para determinar la calidad de agua se aplicó el índice canadiense de calidad de agua (*WQI Canadian*) que permitió evaluar e informar acerca de la calidad de los recursos hídricos, así mismo para la correlación de parámetros físico químicos, biológicos y especiales se graficó diagramas de amebas que permitieron estimar la relación que existe entre los puntos de muestreo y los parámetros analizados además se utilizó herramientas tecnológicas para la realización del mapa interactivo que ayudó a identificar, la información geográfica de los ríos, el cual indica el estado de agua de cada río ya mencionado. Los resultados analizados de los ríos seleccionados permitieron apreciar la calidad actual de los ríos Cutuchi, Illuchi y Calope el cual indican que tiene una calidad de agua buena, teniendo un valor de 92.39, El río Blanco mostró una calidad de agua favorable con un valor de 72.83. mientras que para el río Pumacunchi se encuentro que tiene un valor de 37.41 teniendo una calidad de agua mala.

Palabras clave: Calidad de Agua, *CCME WQI*, In situ, Recurso Hídrico.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

**THEME: PRELIMINARY DIAGNOSIS OF THE PRESENCE OF HEAVY METALS
IN FIVE (5) RIVERS OF THE PROVINCE OF COTOPAXI IN THE PERIOD 2022-
2023.**

AUTHORS: Iza López Geovanna Maritza
Yauli Espin Mery Liliana

ABSTRACT

Water is essential for life since it is of great importance for the development of societies, In addition to having unique properties, and covers more than 70% of the extension of the planet, one of the main problems worldwide that is affecting the Environment is the pollution of Water Resources, producing negative aspects to the quality of water in rivers that are deteriorating due to the presence of pollutants From both natural and anthropogenic sources this is due to untreated water. The present research project aimed to evaluate the presence of heavy metals and their relationship with the physical, chemical and biological parameters existing in the rivers of the province of Cotopaxi these were: Río Cutuchi, Río Blanco, Río Pumacunchi, Río Illuchi, Río Calope. The methodology used was through a study to know the state of the water through the evaluation of 8 physical-chemical, biological and heavy metal parameters. To take measurements of the physical-chemical parameters, a multiparameter was used, which helped us obtain values of the parameters pH, temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity in the three points designated for each river. Regarding the biological parameters and special metals for the collection of samples, the current water quality regulations NTE-INEN 2169 were taken as a reference, 3 points were determined with their respective coordinates for each river with a total of 15 water samples. Once the water samples were collected with the indicated protocols, they were sent to the laboratory for their respective analysis. Once the values of all the evaluated parameters were obtained, they were compared with tables 3 and 4 of Ministerial Agreement 097 A Annex 1 water quality criteria for agricultural use, in order to verify if they meet the water quality levels established in these tables. To determine the quality of water, the Canadian Water Quality Index (*WQI Canadian*) was applied, which allowed to evaluate and report on the quality of water resources, as well as for the correlation of physical, chemical, biological and special parameters, amoeba diagrams were graphed that allowed estimating the relationship between the sampling points and the parameters analyzed, technological tools were also used for the realization of the map. Interactive that helped to identify, the geographic information of the rivers, which indicates the water status of each river already mentioned. The analyzed results of the selected rivers allowed to appreciate the current quality of the rivers Cutuchi, Illuchi and Calope which indicate that it has a good water quality, having a value of 92.39, The Blanco river showed a favorable water quality with a value of 72.83. while for the Pumacunchi river it is found that it has a value of 37.41 having a bad water quality.

Keywords: Water Quality, *CCME WQI*, In situ, Water Resources.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO.....	x
DEDICATORIA	xii
RESUMEN.....	xiii
ÍNDICE DE CONTENIDO	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xix
ÍNDICE DE FIGURAS	xx
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
3.1. Cuadro de beneficiarios directos e indirectos	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5. OBJETIVOS	6
5.1. General.....	6
5.2. Específicos	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
7.1. Recurso Hídrico.....	8
7.2. Tipos de Agua	8
7.2.1. Agua Superficial	8
7.2.1.1. Ríos	8
7.2.2. Agua de riego.....	9
7.2.3. Agua de Consumo	9

7.2.4. Reservorios	9
7.3. Contaminación del Agua	9
7.3.1. Antecedentes de contaminación del agua del Ecuador.....	10
7.3.2. Tipos de contaminación.....	10
7.3.2.1. Contaminación natural.....	10
7.3.2.2. Contaminación antrópica	10
7.4. Calidad de Agua	11
7.4.1. Antecedentes calidad de agua	12
7.5. Parámetros de evaluación.....	12
7.5.1. Parámetros Fisco-químicos.....	12
7.5.2. pH.....	13
7.5.3. Temperatura.....	13
7.5.4. Oxígeno disuelto	13
7.5.5. Conductividad eléctrica	13
7.6. Parámetros biológicos	14
7.6.1. Coliformes fecales.....	14
7.7. Parámetros especiales	14
7.7.1. Metales pesados	14
7.7.2. Metales pesados en agua.....	14
7.7.3. El arsénico	15
7.7.4. Arsénico en el agua	15
7.7.5. Hierro	15
7.7.6. Hierro en el agua.....	16
7.7.7. Manganeseo.....	16
7.7.8. Manganeseo en el agua	16
7.8. Índice Canadiense de calidad de aguas.....	16
7.8.1. Efectos en el ser humanos y su toxicidad.....	17

7.8.2. Índice de calidad del agua general “ICA”	17
7.8.2.1. ¿Cómo se usa?.....	18
7.8.2.2. ¿Dónde se aplica?.....	18
7.8.3. Tipos Index.....	18
7.8.3.1. Índice Canadiense de Calidad del Agua (CWQI)	18
7.8.3.2. El Índice de La Fundación Nacional de Saneamiento (INSF)	19
7.8.3.3. El Índice de Calidad de Agua para Oregon (Estados Unidos)	19
7.8.3.4. Índice RPI (River Physiochemical Index)	19
7.8.3.5. Canadian <i>water quality Index</i> CCME-WQI	20
7.9. Problemática presencia de metales pesados en agua	20
7.9.1. Problemática presencia de metales pesados en agua de riego.....	20
7.10. BASE LEGAL.....	21
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	28
9. METODOLOGÍA	28
9.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	28
9.1.1. Río Cutuchi.....	29
9.1.2. Río Blanco	30
9.1.3. Río Pumacunchi	30
9.1.4. Río Illuchi.....	31
9.1.5. Río Calope.....	32
9.2. Determinación de puntos de muestro	32
9.3. Tipo de estudio	34
9.4. Tipos de investigación	34
9.4.1. Investigación Bibliográfica	34
9.4.2. Investigación Descriptiva	34
9.4.3. Investigación de Campo	34
9.4.4. Investigación Analítica	34

9.5. Métodos	36
9.5.1. Método cuantitativo.....	36
9.5.2. Método Analítico	36
9.5.3. Método Deductivo.....	36
9.5.4. Método Inductivo	36
9.6. TÉCNICAS	36
9.6.1. Observación.....	36
9.6.2. Instrumentos	36
9.7. Técnicas para la toma de muestras	37
9.7.1 Muestreo.....	37
9.7.1.1 Toma de Muestras	37
9.7.1.2. Número de muestras	37
9.7.1.3. Manejo y conservación de las muestras	38
9.7.1.4. Recipientes.....	38
9.7.1.5. Preparación de recipientes	38
9.7.1.6. Identificación de muestras	38
9.7.1.7. Llenado del recipiente	38
9.7.1.7.1. Análisis Físico Químico.....	38
9.7.1.7.2. Análisis Biológico	38
9.7.1.3. Refrigeración y congelación de las muestras.....	39
9.7.1.4. Transporte de muestras	39
9.7.1.5. Determinación de parámetros de campo	39
9.8. Determinación de parámetros biológicos y especiales.....	39
9.9. Determinación de Índice canadiense de calidad de agua.....	39
9.10. Establecimiento de la correlación entre la concentración de metales pesados versus los parámetros físico químicos y biológicos.	41
9.11. Procedimiento para elaborar el mapa	41

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
10.1. Análisis del río Cutuchi	44
10.2. Análisis del río Blanco	47
10.3. Análisis del río Pumacunchi	50
10.4. Análisis del río Illuchi	52
10.5. Análisis del río Calope	55
10.6. Análisis índice canadiense de calidad de agua (WQI Canadian)	57
10.7. Diagrama Amebas (Radial)	65
10.8. Diseño del mapa interactivo	74
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	75
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	77
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
15. BIBLIOGRAFIA.....	80
16. ANEXOS	90
16.1. ANEXO I HOJAS DE VIDA	90
16.2. ANEXO II MUESTREO	92
16.3. ANEXO III RESULTADOS DE LABORATORIO.....	97
16.4. ANEXO VI AVAL CENTRO DE IDIOMAS	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos del Proyecto	3
Tabla 2. Beneficiarios indirectos del Proyecto	4
Tabla 3. Actividades en relación a los componentes.....	6
Tabla 4. Anexo Tabla 3 Acuerdo Ministerial 097 A.....	26
Tabla 5. Límites permisibles, niveles para uso agrícola.....	27
Tabla 6. Puntos y coordenadas de muestreo (PM=Puntos de muestreo)	33
Tabla 7. Límites máximos permisibles, criterios de calidad de aguas para riego agrícola.....	35

Tabla 8. Límites máximos permisibles, criterios de calidad de aguas para riego agrícola.....	35
Tabla 9. Criterios para la clasificación de las aguas según el índice CCME-WQI.....	41
Tabla 10. Datos para conversión	43
Tabla 11. Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio (Rio Cutuchi).	44
Tabla 12. Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio (Rio Blanco)	47
Tabla 13. Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio (Rio Pumacunchi)	50
Tabla 14. Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio (Rio Illuchi)	52
Tabla 15. Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio (Rio Calope)	55
Tabla 16. Índices de calidad de agua presentados por cada punto de muestreo y comparados con el acuerdo ministerial 097- A	65
Tabla 17. Presupuesto empleado para la realización del presente proyecto investigación.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gráfica Circular (Ejemplo de distribución de calidad de agua)	18
Figura 2. Gráfica Plataforma de cálculo CCME WQI	20
Figura 3. Área de estudio ubicación de puntos de muestreo	28
Figura 4. Puntos de muestreo Río Cutuchi.....	29
Figura 5. Puntos de muestreo Río Blanco	30
Figura 6. Puntos de muestreo Río Pumacunchi	31
Figura 7. Puntos de muestreo Río Illuchi.....	31
Figura 8. Puntos de muestreo Río Calope.....	32
Figura 9. Análisis de metales pesados por cada punto de muestreo (Concentración de Arsénico)	66
Figura 10. Resultado de metales pesados (Concentración de Hierro)	67
Figura 11. Resultado de metales pesados (concentración de Manganeso)	68
Figura 12. Resultado de parámetros biológicos (concentración de Coliformes fecales)	69
Figura 13. Resultado del parámetro (Conductividad eléctrica)	70

Figura 14. Resultado del parámetro (Oxígeno disuelto)	71
Figura 15. Resultado del parámetro (Temperatura)	72
Figura 16. Resultado del parámetro (pH).....	73
Figura 17. Resultado general de parámetros, metales pesados, físico - químicos y biológicos	74
Figura 19. Mapa Interactivo.....	75

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Diagnóstico Preliminar de la Presencia de Metales Pesados en cinco (5) Ríos de la Provincia de Cotopaxi en el período 2022-2023”

Fecha de inicio:

14 de octubre del 2022

Fecha de finalización:

08 de febrero del 2023

Lugar de ejecución:

Provincia Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Mulalo, Río Cutuchi.

Provincia Cotopaxi, Cantón Saquisilí, Parroquia Toacaso, Río Blanco.

Provincia Cotopaxi, Cantón Saquisilí, Parroquia Toacaso, Río Pumacunchi.

Provincia Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Ignacio Flores, Río Illuchi.

Provincia Cotopaxi, Cantón Pangua, Parroquia Moraspungo, Río Calope.

Facultad que auspicia

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Carrera de Ingeniería Ambiental.

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ellana Amparito Boada Cahueñas. PhD.

Estudiantes: Iza López Geovanna Maritza,

Yauli Espin Mery Liliana

Lectores:

Lector 1: MSc. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante

Lector 2: MSc. José Luis Agreda Oña

Lector 3: MSc. Rodolfo Matius Mendoza Poma

Coordinador del Proyecto:

Nombre/s: Iza López Geovanna Maritza

Yauli Espin Mery Liliana

Teléfonos: 0983717489

0983211402

Correo electrónico: geovanna.iza8718@utc.edu.ec

mery.yauli6770@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Ambiente, Manejo de Recursos Hídricos.

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

Línea de vinculación de la carrera:

Manejo y conservación del recurso hídrico

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El agua es imprescindible para la vida puesto que es de gran importancia para el desarrollo de las sociedades, Además de tener propiedades únicas, el agua ha sido una parte fundamental para el sustento de la vida ya que cubre más del 70 % de la extensión del planeta y se la encuentra en océanos, lagos, ríos, así como también en el aire y en el suelo (Córdoba y otros, 2010).

La provincia de Cotopaxi se encuentra limitando al norte con la provincia de Pichincha, al sur con el cantón Salcedo al este con la provincia de Napo, motivo por el cual consta de una gran cantidad de subcuencas hidrográficas naturales, que pueden ser aprovechadas para el uso agrícola y pecuario de regadío de las principales cantones y parroquias de la provincia (Jimenez, 2011).

La calidad del agua de la provincia Cotopaxi se ve afectada por una variedad de factores, tanto naturales como relacionados con las actividades del hombre. Entre los factores que mayor incidencia tiene en la contaminación del recurso hídrico son los metales pesados los mismos que provienen de fuentes naturales o antropogénicas. Es decir, de fuentes naturales principalmente de volcanes o como elementos de la corteza terrestre mientras que los antropogénicos generalmente son derivados de industrias, actividad agrícola y minera (Damián, 2011).

En base a lo antes expuesto y por falta de información se plantea el estudio referente a la calidad de agua en varios ríos de la provincia de Cotopaxi y que tienen uso agrícola. A su vez al realizar investigaciones de antecedentes de estudios de calidad de agua para uso agrícola de los ríos antes mencionados no se encontró información.

Bajo este contexto el propósito de la presente investigación es evaluar la presencia de metales pesados y su relación con los parámetros físico químicos y biológicos en 5 ríos de la provincia de Cotopaxi de este modo se determinará que río está apto para uso de riego agrícola, esta información nos permitiría contribuir en estudios de calidad de agua de la provincia de Cotopaxi y con la ayuda del sistema de información geográfica se elaborará un mapa interactivos para identificar zonas afectadas con presencia de metales pesados del tema de calidad de agua en los ríos de la provincia.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Cuadro de beneficiarios directos e indirectos

Los beneficiarios directos Tabla 1 del proyecto de investigación son los agricultores y comunidades aledañas a los sectores que les permitirá mejorar su calidad de vida y el progreso en el ámbito agrícola, pecuario, económico y social mejorando la rentabilidad e incrementado sus ingresos. Los beneficiarios del presente proyecto se determinaron a través de la base de datos del censo de población y vivienda del año 2022 por el Instituto Nacional de Estadística y Censo INEC y la página de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Tabla 1

Beneficiarios directos del Proyecto

PROVINCIA DE COTOPAXI			
N° Habitantes	Cantón Latacunga	Cantón Saquisilí	Cantón Pangua
Hombres	82.301	11.957	21.420
Mujeres	88.188	13.363	20.796
Total	170.489	25.320	42.216

Nota. Beneficiarios directos, en la tabla se indica el número total de habitantes, por cada cantón.

De igual forma se enlistaron los beneficiarios indirectos del proyecto de investigación. El

beneficio entregado a estas entidades es por incentivar y contribuir en la indagación. Los beneficiarios indirectos se pueden identificar en la Tabla 2.

Tabla 2

Beneficiarios indirectos del proyecto

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIOS Y RECURSOS NATURALES	
	N° Personas
Estudiantes Facultad CAREN	2.045
Docentes	79
Funcionarios	13
Total	2.137

Nota. Beneficiarios indirectos, en la tabla se observa el número total de personas de la facultad de Ingeniería Ambiental (CAREN).

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los metales pesados se localizan fácilmente en las aguas superficiales, algunos de los cuales incluso son necesarios para la vida, mientras que otros se consideran tóxicos y tienen un gran impacto en el medio ambiente., (Londoño & Muñoz, 2016).

Es evidente que la principal fuente de metales pesados son las actividades industriales, realizadas por el ser humano, por esta razón tiene un gran impacto no solo en la vida humana, sino también en los animales, las plantas, las fuentes de agua, el suelo y las actividades agrícolas. (Pabón y otros, 2021). Estos metales pesados están presentes en diferentes ecosistemas y es preocupante, dado que muchos organismos dependen de un adecuado equilibrio, entre sus lugares de alimentación o hábitats, la forma en que estos metales llegan a los diferentes ecosistemas varía según la actividad una persona (Márquez, 2015).

Según (Chávez, 2011). La peligrosidad de los metales especiales es cada vez mayor al no ser química ni biológicamente degradables. Puesto que una vez liberados, pueden permanecer en el medio ambiente durante cientos de años. De hecho, su concentración en los seres vivos aumenta cuando es consumida por otras, personas, por lo que el consumo de plantas o animales contaminados puede provocar síntomas como intoxicación, ceguera, amnesia, raquitismo, debilidad muscular y en ocasiones la muerte. Para (Dimas y otros, 2015).

Hoy en día, uno de los mayores problemas a nivel ambiental es la contaminación de las fuentes de agua del mundo con metales pesados, debido a que está relacionado con la toxicidad de los metales pesados en el agua de los ríos, lo cual es considerado un grave problema para la población. abastecido por estos ríos, especialmente cuando se considera en las fuentes de agua. El aumento de las concentraciones de metales de diversas actividades humanas también aumenta los posibles efectos nocivos en diversos ecosistemas y entornos. (Velásquez, 2017).

Para (Reinoso, 2016) En Ecuador, la contaminación de las fuentes de agua de riego se ve agravada por el continuo vertido de aguas servidas sin tratar a los ríos, el abandono de los sistemas establecidos y el crecimiento del sector urbano. Esto ha causado graves problemas ambientales y efectos de contaminación, lo que lleva a la degradación de los recursos hídricos, la reducción de la calidad del agua que puede utilizarse para el riego de diversos cultivos y la degradación del suelo. Según (Baquerizo y otros, 2019). Mencionan que el principal problema de la contaminación del agua del río es el deterioro de la calidad del agua del río debido a la minería, la extracción de hidrocarburos, el uso de productos químicos agrícolas, la generación de desechos, el tratamiento de aguas residuales, el control deficiente de sólidos y la lixiviación de los grandes vertederos.

Los Ríos, Cutuchi, Pumacunchi, Blanco, Illuchi y Calope en el cantón Latacunga, provincia Cotopaxi, no es ajena a la problemática de degradación provocada por metales pesados de los recursos naturales, Según (Guitierrez, 2010). Las principales causas de contaminación en los ríos antes mencionados se basan principalmente por los vertidos de las poblaciones que se encuentran asentadas a las orillas del mismo, por las descargas de químicos que son utilizados para la agricultura en los sectores aledaños, así como los desechos humanos (Heces, Orina) que son descargados a los ríos, afectando directamente a los campos, la ganadería y el consumo humano (Clavijo y otros, 2022).

Por otro lado, también existe contaminación por fuentes naturales como la filtración del Arsénico, Hierro y Manganeseo presentes en la corteza de la Tierra, los cuales pueden contaminar los océanos, ríos, lagos, canales y embalses. Sin embargo, lo habitual es que el deterioro del agua proceda de las actividades humanas (Cusiche & Miranda, 2019)

Es por ello que el presente proyecto de investigación está encaminado a estudiar la presencia de metales pesados y su relación entre Arsénico, Hierro, Manganeseo y sus parámetros físico químicos y biológicos con el fin de evaluar la contaminación existente los mismos que ayudaran a identificar los riesgos de contaminación de cada río. Debido a que en los lugares que han sido

analizados existe actividad industrial, presencia de brocolereras, descargas directas de aguas servidas, curtiembres, procesos agrícolas y pecuarios, además elevaciones volcánicas aledañas.

5. OBJETIVOS

5.1. General

- Evaluar la presencia de metales pesados y su relación con los parámetros físico químicos y biológicos en 5 ríos de la provincia de Cotopaxi periodo 2022 – 2023.

5.2. Específicos

- Calcular el índice de calidad de agua destinada para el uso de riego agrícola, mediante la aplicación de *Canadian Water Quality Index (CCME_WQI)*, utilizando los parámetros determinados y comparados con el Acuerdo Ministerial 097 A, TABLA 3 y 4, ANEXO 1, de criterio de calidad de agua de uso agrícola o de riego.
- Determinar los parámetros físico químicos, biológicos y la presencia de metales pesados en los ríos: Río Cutuchi, Río Blanco, Río Pumacunchi, Río Illuchi, Río Calope pertenecientes a la provincia de Cotopaxi y establecer la correlación entre la concentración de metales pesados versus los parámetros físico químicos y biológicos.
- Elaborar un mapa interactivo de caracterización agua en función de la incidencia de metales pesados y otros parámetros en ríos de la provincia de Cotopaxi.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

En la Tabla 3 se puede apreciar de manera resumida las actividades realizadas en el proyecto de investigación.

Tabla 3

Actividades en relación a los componentes

Objetivo General: Evaluar la presencia de metales pesados y su relación con los parámetros físico químicos y biológicos en 5 ríos de la provincia de Cotopaxi periodo 2022 – 2023.			
Objetivos	Actividades	Metodología	Resultados
Objetivo 1 - Calcular el índice de calidad de agua destinada para el uso de	- Identificar los valores de los parámetros físico químicos, biológicos y	- Determinar los parámetros en fases previas y bajo el criterio de calidad de agua.	-Salida de campo y georreferenciación de puntos

<p>riego agrícola, mediante la aplicación de <i>Canadian Water Quality Index (CCME_WQI)</i>, utilizando los parámetros determinados y comparados con el Acuerdo Ministerial 097 A, TABLA 3 y 4, ANEXO 1, de criterio de calidad de agua de uso agrícola o de riego.</p>	<p>especiales que cumplen y no cumple al comprarse con la normativa vigente Acuerdo Ministerial 097 A, Tabla 3 y 4 establecidas para uso de agua de riego agrícola.</p>	<p>- Posteriormente, se trabajó en el índice canadiense de calidad agua, se determinó mediante tres factores que representan: alcance, frecuencia y amplitud y reemplazar en la fórmula general de <i>CCME WQI</i>. - Finalmente se comparó los resultados obtenidos por cada río con tabla 7 criterios para la clasificación de las aguas según el índice WQI.</p>	<p>- Determinar que río está en buen estado para uso de riego agrícola.</p>
<p>Objetivo 2 - Determinar los parámetros físico químicos, biológicos y la presencia de metales pesados en los ríos: Río Cutuchi, Río Blanco, Río Pumacunchi, Río Illuchi, Río Calope pertenecientes a la provincia de Cotopaxi y establecer la correlación entre la concentración de metales pesados versus los parámetros físico químicos y biológicos.</p>	<p>-Determinación de los parámetros físico químicos, biológicos a analizar. -Contratación del Laboratorio certificado para la recepción de las muestras.</p>	<p>-Aplicación de las variables en relación de la investigación, calidad del recurso hídrico y uso exclusivo para riego agrícola. - Ejecución de la normativa NTE INEN 2169 (2013) para la toma de muestras y transporte de las mismas. - En este caso se utilizó un método estadístico mediante un esquema de amibas para detallar la concentración de metales pesados de cada punto de muestro pudiendo identificar claramente valores de los parámetros.</p>	<p>-Toma de muestras de agua y envío al laboratorio</p>
<p>Objetivo 3</p>	<p>- Georreferenciar el ares de</p>	<p>- Descargar en ArcGIS los Shapes</p>	<p>-Mapa interactivo.</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar un mapa interactivo de caracterización agua en función de la incidencia de metales pesados y otros parámetros en ríos de la provincia de Cotopaxi. 	<ul style="list-style-type: none"> estudio y puntos de muestreo. - Recopilación de información - Marco referencial - Visita in situ - Trabajo en campo - Elaboración de base de datos 	<ul style="list-style-type: none"> que contengas Provincia, cantón y parroquias en donde se encuentran ubicados los ríos analizados. - Ingresar coordenadas de los puntos de muestreo. - Generación de capas - Elaboración de mapas 	
---	---	---	--

Nota. Actividades y sistema de tareas en relación a los componentes, en la tabla se puede observar los objetivos planteados del proyecto de investigación.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Recurso Hídrico

El agua es un recurso natural de vital importancia que cuenta con múltiples y diversos usos es decir forma parte de la producción de alimentos, sirve para la higiene personal y es indispensable para el buen funcionamiento del metabolismo de los seres vivos. Además de estos usos básicos, también se utiliza para residuos, transporte, materias primas, producción de energía, refrigerantes, elementos estéticos y recreativos, entre otros. La diversidad de usos del recurso hídrico hace que su caracterización económica resulte bastante compleja. (Delgado, 2015).

7.2. Tipos de Agua

7.2.1. Agua Superficial

Generalmente circulan sobre la superficie del suelo, estas aguas se forman a partir de agua de lluvias o por liberación de aguas subterráneas. El agua superficial sigue el camino de menor resistencia y puede presentarse en forma correntosa, como en el caso de ríos, arroyos, quietas, lagos o embalses (Bolaños, 2015).

7.2.1.1. Ríos

Los ríos forman un sistema de circulación lineal, vectorial, jerárquico y estructurado que mueve sedimentos y fluidos vitales a través de las cuencas hidrológicas y sus estuarios, realiza complejas reacciones dinámicas, mecánicas, energéticas, químicas y bioquímicas con el

objetivo de dar sustento durante su recorrido de vida, a su vez los ríos son vectores de energía en diversas formas, que es parte integral del ciclo hidrológico del agua, que cubre solo la superficie de la tierra y conecta los embalses fijos superiores (glaciares) con los embalses fijos inferiores. (océanos), Y en las excursiones mencionadas, la máxima tarea profesional es la realización de trabajos selectivos en el campo de la erosión, erosión física, química, bioquímica, transporte, selección y deposición en cuencas aluviales, fluviales, deltaicas y otras sedimentarias. (Campoblanco & Gomero, 2017).

7.2.2. Agua de riego

Es el agua de riego es utilizada por diversos sistemas de riego para una adecuada agricultura. Su origen puede ser muy diferente, ya que puede provenir de un río, un lago o un flujo continuo de agua natural o de un pozo. El agua de riego, también aporta nutrientes como Calcio, Azufre, Potasio, Magnesio y algunos elementos tóxicos como el Sodio y el Cloro, que deben ser considerados al momento de diseñar las soluciones nutritivas para los cultivos (Bernal y otros, 2015).

7.2.3. Agua de Consumo

El agua de consumo es toda el agua que las personas utilizan en su trabajo diario (beber, cocinar, aseo personal, lavado de ropa, servicios sanitarios y otras necesidades que pueden o no cumplir con las normas de valores estéticos recomendables o máximos permisibles), a través del Reglamento para la calidad del agua potable emitidos en temas físico, químicos, biológicos y microbiológicos (Mora & Mata, 2018).

7.2.4. Reservorios

Un reservorio es una estructura de tierra impermeable que recolecta agua de lluvia directa y escorrentía en un lugar específico. El propósito de estos reservorios es brindar un espacio físico para almacenar parte del agua que ingresa a los campos durante los turnos de riego. Se espera que su construcción abarque aproximadamente 100 hectáreas de terreno productivo (Marcos & Anze, 2018).

7.3. Contaminación del Agua

La contaminación del agua es un fenómeno social, económico y ambiental complejo, uno de los obstáculos más graves para el "buen vivir" es la degradación de la calidad del agua pues es notoria y extremadamente dañina, está ligada al impacto ambiental de las actividades

extractivas, principalmente hidrocarburíferas y mineras, que ocasionan daños muy graves e irreversibles a la salud ambiental a, la vida humana y a los ecosistemas (Isch, 2011).

7.3.1. Antecedentes de contaminación del agua del Ecuador

Los recursos hídricos subterráneos al estar protegidos por perfiles subterráneos se consideran un abastecimiento de agua económicamente seguro para el consumo humano tanto en áreas urbanas como en rurales. Sin embargo, las cargas de contaminación causadas por actividades antropogénicas que exceden la capacidad de amortiguamiento natural del suelo y las formaciones, dado que su eliminación no es técnica y económicamente factible, puede conducir a la contaminación de este recurso sin posibilidad de recuperación (Duran, 2020).

El análisis del agua tiene varios estudios sobre la cantidad, calidad y distribución de los recursos hídricos para explicar la situación del agua en el Ecuador. Un aspecto que aún se considera débil es la referencia a la calidad afectada por las actividades y procesos contaminantes, lo que se traduce en la falta de políticas y acciones públicas claras y efectivas, como un fenómeno social, económico y ambiental complejo, que es el más grave de los obstáculos "La buena vida". La necesidad de procesos de formación ambiental desde la bioética (Guanoquiza & Antúnez, 2019).

7.3.2. Tipos de contaminación

7.3.2.1. Contaminación natural

Se entiende por contaminación natural aquellos fenómenos que se encuentran en suelos por los que discurre agua y que puede contener componentes naturales (como: Sales Minerales, Calcio, Manganeso, Hierro, Arsénico). Que entran en contacto con la atmósfera y la superficie aunque pueden ser perjudiciales para la salud, suelen ser sustancias fácilmente identificables y eliminables (Maldonado, 2019).

7.3.2.2. Contaminación antrópica

Producida como consecuencia de las actividades humanas. El desarrollo industrial ha provocado la presencia de determinados ingredientes nocivos para el medio ambiente y los organismos. Este tipo de contaminación pueden clasificarse de varias maneras a continuación se presenta una breve descripción de estas clasificaciones: (Caicedo y otros, 2017)

- **Contaminación de origen urbano**

Es el resultado del agua utilizada en actividades domésticas, comerciales y de servicios, que generan aguas servidas, desechos fecales, desechos de alimentos, blanqueadores y agentes de limpieza, el rápido desarrollo de las ciudades y los sistemas industriales ha creado diversos problemas ambientales relacionados con la generación de desechos, el impacto en los ecosistemas acuáticos y terrestres, grandes cantidades de emisiones a la atmósfera y su impacto en la calidad del aire y la atmósfera (Maldonado, 2019).

- **Contaminación origen industrial**

El agua contaminada de origen industrial es debido a que produce mayor impacto, a la amplia gama de sustancias y fuentes de energía que aportaran al agua: materia orgánica, metales especiales, aumento de pH y temperatura de aceites, grasas (Maldonado, 2019).

- **Contaminación de origen agrícola**

Son derivados del uso de plaguicidas, insecticidas, diácidos, abonos artificiales, son arrastrados por el agua de riego, y al ser lixiviados al suelo transportan sales compuestos de Nitrógeno, Fósforo, Azufre y otros elementos que contaminan las aguas subterráneas (Maldonado, 2019).

- **Otros**

Existen otras formas de contaminación provocado por el hombre, como vertederos, residuos de combustibles, derrames de gasolina causados por la liberación de petróleo en el Océano (Montenegro, 2013).

7.4. Calidad de Agua

Determinar la calidad del agua es decisivo para alcanzar el incremento económico y social de la localidad, esto se debe a que la contaminación existente en los cuerpos de agua es proporcional al crecimiento o disminución de diferentes enfermedades y al bienestar de la sociedad y su economía. “Con la calidad del agua se busca la mejora de la condición humana así como también, intervención de salud ambiental y a nivel domiciliaria (Villena, 2018).

Posee un elevado valor ecológico, de este modo preserva la integridad de la salud pública permitiendo desarrollar el avance económico gracias a los métodos biológicos necesarios para conservar el ecosistema. Según (Sierra, 2011), hablar de la calidad del agua, se trata de la regulación de las actividades o procesos que se realiza en su entorno y por medio de estos reducir los aspectos negativos que afectan al desarrollo de la fase de producción, lo que debe entenderse cuando se utiliza la palabra "preservación".

Para el control de calidad de agua se ha establecido dos conceptos por la Unión Europea (UE), Contaminantes que son vertidos al medio acuático y los contaminantes que son contenidos en el mismo. Para determinar la calidad de agua se debe analizar parámetros físicos-químicos y biológicos.

7.4.1. Antecedentes calidad de agua

El agua es considerada como el líquido imprescindible para la supervivencia de la humanidad. (Pereira y Rocha, 2002), por medio de una investigación realizada por Fetter en 1994 muestran que los almacenamientos de agua en el mundo contienen la siguiente distribución: 97.2% del total de agua pertenecen al océano, seguido por los glaciares (2.14%). El agua subterránea corresponde al 0.61% de ese total, de las aguas superficiales las aguas superficiales 0.009%; la humedad del suelo (0.005%) y el agua de la atmosfera 0.001%. El agua corresponde a 98% del agua potable disponible de la tierra. Por lo que, el cuidado y conservación del agua se ha vuelto una prioridad para las nuevas generaciones, con el objetivo de mantener una calidad de vida apropiada.

Mediante la valoración de parámetros físicos, químicos y biológicos se puede evaluar la calidad del agua según su naturaleza, en relación con la calidad natural, los efectos humanos y usos posibles [20]. Para facilitar la interpretación de los resultados de su monitoreo, existen diversos índices de calidad de agua (ICA) e índices de contaminación (ICO), los mismos que permiten reducir una gran cantidad de parámetros a una expresión más simple y de fácil interpretación entre técnicos ambientales y la población en general (Torres y otros, 2009).

7.5. Parámetros de evaluación

Por la variabilidad de la naturaleza estos parámetros su medición se realiza de manera in situ, la cual nos permite hacer un pre diagnóstico de la calidad del agua, entre los principales tenemos: parámetros Físico-químicos, Parámetros Biológicos, Parámetros Especiales.

7.5.1. Parámetros Físico-químicos

Para su determinación se compara las características físicas y químicas de una o varias muestras de agua con normas estándares por ejemplo los parámetros a analizar son la conductividad eléctrica, pH, temperatura, olor, color, turbidez, metales tóxicos.

7.5.2. pH

El pH es una medida la cual indica la acidez o la alcalinidad del agua. Se lo puede definir como la concentración de iones de hidrógeno en el agua. El pH tiene una escala que es logarítmica con valores de 0 a 14. Si se incrementa una unidad en la escala logarítmica, esto equivaldría a una disminución diez veces mayor en la concentración de iones de hidrógeno (Albin, 2017).

7.5.3. Temperatura

La temperatura es considerada como un factor importante dentro de los procesos que se llevan a cabo en los sistemas biológicos. Esta es delimitada por factores ambientales en la capacidad de remoción de contaminantes en los humedales (De la Mora y otros, 2018).

La temperatura es un parámetro físico la misma que nos permite medir la variabilidad del calor o el frío que sentimos. Analizado microscópicamente, se dice que la temperatura refleja la energía cinética interna promedio de las moléculas que componen el cuerpo que este en estudio, en este caso el agua.

7.5.4. Oxígeno disuelto

Uno de los indicadores más utilizados para el medio fluvial es el oxígeno disuelto, ya que participa en diversos procesos que tienen lugar en el medio acuático. Es contribuido por cambio en la atmósfera y por la acción de la fotosíntesis de los productores primarios. Es debilitado por los microorganismos en los procesos de oxidación de la materia orgánica e inorgánica y en los de respiración. Se puede determinar por el método de Winkler que involucra la precipitación del oxígeno como óxido de manganeso su redisolución en medio ácido y la evaluación mediante una yodometría (Fernández A. , 2013).

7.5.5. Conductividad eléctrica

Es la capacidad de medir el paso de la corriente eléctrica en el agua conocida normalmente como conductividad eléctrica (CE). Sus unidades en el Sistema Internacional se expresan como Siemens por metro (S/m), pero por más facilidad se utiliza $\mu\text{S}/\text{cm}$ microsiemens por metro, Está relacionada estrechamente con la concentración de las sales cuya disociación crea iones capaces de transportar la corriente eléctrica. La temperatura es un factor que influye en la conductividad eléctrica alterando la solubilidad de las sales en el agua (Castro y otros, 2018).

7.6. Parámetros biológicos

Son parámetros indicativos de la contaminación orgánica y biológica, tanto la actividad natural como antropogénica aportan a la contaminación de las aguas, este tipo de contaminación es más difícil de controlar que la química o física.

7.6.1. Coliformes fecales

Los organismos coliformes fecales son indicadores con los que comúnmente se mide la calidad del agua. Es definido como un grupo de bacterias en forma de bacilo, pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae, gram negativas, aerobias y anaerobias facultativas, que no forman esporas, tienen la capacidad de fermentar la lactosa y otros azúcares con producción de ácido y de gas a una temperatura dada de 35-37°C durante un lapso de 24 a 48 horas.

Las principales características de este grupo está su resistencia a condiciones ambientales adversas (Urgiles & Viñansaca , 2016). Los géneros pertenecientes al grupo Coliformes son: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*.

7.7. Parámetros especiales

Estos parámetros son considerados como adicionales, pero no menos importantes para determinar la calidad del agua.

7.7.1. Metales pesados

Los metales pesados son tóxicos a nivel ambiental muy peligrosos. Poseen características más comunes que son: persistencia, bioacumulación, biotransformación y elevada toxicidad las que hacen que se encuentren en los ecosistemas por extensos periodos, ya que es difícil degradación de manera natural. Según (Rodriguez D. , 2017). define a los metales pesados como elementos con elevado peso atómico, potencialmente tóxicos, que se utilizan en procesos industriales, son emitidos por diferentes fuentes, por lo que provienen de su presencia en los suelos donde se han acumulado durante la formación de las capas terrestres; así mismo, se dice que forman parte del quehacer del hombre.

7.7.2. Metales pesados en agua

Uno de los mayores problemas en la actualidad a nivel ambiental es la contaminación de las fuentes del recurso hídrico del mundo, por presencia de metales pesados, ya que por su toxicidad que presentan estos en el agua de los ríos, son considerados como un serio problema para los habitantes de las poblaciones aledañas que se abastecen de líquido de dichos ríos, en

especial si se considera que el incremento de la concentración de estos metales en las fuentes hídricas son producto de las diversas actividades antropogénicas. (Rodríguez D. , 2017).

Incrementando además los efectos potencialmente nocivos sobre los distintos sistemas ecológicos y el ambiente. Los cuales son el soporte de la vida humana ocasionando serios problemas a nivel económico a nivel local como nacional debido al aumento en los costos de los tratamientos médicos y una disminución en la productividad de los habitantes de la zona (Pabón y otros, 2021).

7.7.3. El arsénico

El arsénico (As) es considera como un metaloide natural que se encuentra abundantemente en la corteza de la tierra. Los seres humanos se exponen a este elemento a través del consumo de agua y alimentos que se encuentren contaminados y esto se da por la liberación de As a suelos y acuíferos ya sea por procesos naturales como presencia de fenómenos volcánicos o desintegración de rocas (Litter, 2018).

Según (Aveiga y otros, 2020). El metal pesado arsénico (As) se encuentra ubicado en la tabla periódica con número atómico 33, peso atómico 74.922, siendo un elemento ampliamente distribuido en la atmósfera, en la hidrosfera y en la biosfera ($\sim 5 \times 10^{-4}$ % de la corteza terrestre). “Este metal posee un color blanquecino y en algunos casos incoloro, no presentar sabor ni olor.

7.7.4. Arsénico en el agua

la principal vía de acceso del arsénico en el ambiente es el agua, aunque existen otros factores o insumos atmosféricos que aportan de manera significativa, la presencia de aguas contaminadas con arsénico se debe a desagüe de minas, fuentes termales, desechos, lixiviado volcánicos y Géiseres en varias partes del mundo (Gutiérrez & Ibañez, 2020).

7.7.5. Hierro

El Hierro es un elemento químico moldeable, dúctil y de color blanco, dicho elemento es el cuarto elemento con más abundancia en la tierra, su símbolo es Fe, posee un peso atómico de 55.85 gmol / g, es parte de los minerales como la hematita, magnetita, limonita, pirita. Yes considerado vital para la vida animal y las plantas (Ramírez & Arango, 2020).

7.7.6. Hierro en el agua

Siendo uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre el Hierro, se lo puede encontrar en concentraciones que varían entre 0.5 a 50 mg/L en las aguas de corrientes naturales o superficiales, también se lo puede encontrar en el agua formando diferentes especies: fases disueltas (cationes o iones complejos) o a su vez, coloides y partículas minerales (sólidos en suspensión), La formación de hidróxidos se da por las formas coloidales, mientras que las partículas sólidas incluyen una gran variedad de minerales (Guaman & Mendez, 2017).

7.7.7. Manganeseo

El Manganeseo (Mn) se lo puede encontrar en la tierra, las rocas, el agua, los sedimentos y los productos biológicos. Por lo menos un ciento de minerales contienen manganeseo. Los minerales que más concentración tienen son, carbonatos, los óxidos, y silicatos siendo los más importantes. Se puede presentarse en ocho estados diferentes de oxidación, entre los principales están: +2, +3 y +7 (Nordberg, 2018).

7.7.8. Manganeseo en el agua

Este elemento se puede encontrar en elevadas concentraciones ya sea en el suelo, aire y en el agua esto se debe a la liberación del mismo durante la manufactura, suministro de productos a base de manganeseo. Con frecuencia se lo encuentra en el agua como ion manganeso (Mn^{++}). Las sales del manganeseo generalmente son más solubles en soluciones ácidas a diferencia de las soluciones alcalinas (Guillen y otros, 2021).

7.8. Índice Canadiense de calidad de aguas

Con la protección y el cuidado de los recursos naturales se busca el desarrollo sustentable, en el cual el agua es fundamental ya que no se puede remplazar con otras sustancias. Es por ello que se evalúa la calidad del agua y por lo general comienza por analizar un conjunto de variables ya sean físicas, químicas y biológicas para obtener como resultado grados de aptitud que serán interpretables por especialistas en la materia. El índice de calidad es una forma de ayudar a interpretar y comprender mejor los datos de monitoreo del agua permitiendo determinar valores de calidad a partir del análisis de varios parámetros (Lavie, 2014).

El índice que más se utiliza es el CCME WQI mismo que fue propuesto por el consejo canadiense de ministros de medio ambiente el cual fue desarrollado para facilitar el reporte de los datos de calidad de las aguas. Dicho índice se enfoca en tres aspectos importantes que son

alcance, frecuencia y amplitud. El alcance (F1) representa el valor de parámetros fuera de rango sobre el número de parámetros totales evaluados. La frecuencia (F2) muestra los valores de los parámetros que no se encuentran en el rango deseado sobre el número de datos totales evaluados. Por otro lado, la amplitud muestra la desviación existente entre los datos y se determina mediante las medidas en exceso por cada dato fuera de rango (CCME, 2001) (Balmaseda & García, 2014).

7.8.1. Efectos en el ser humanos y su toxicidad

La presencia de enfermedades asociadas a estos elementos químicos y a sus compuestos son comunes ya que los metales pesados se ocupan en diferentes actividades del hombre.

Las tres vías principales de acceso de estos químicos al organismo, son las vías dérmicas, por ingestión y por inhalación.

Tiene efectos adversos sobre la salud, incluyendo el cáncer debido a la exposición a algunos metales pesados pueden ser peligrosos a altos niveles de exposición. En algunos casos existen metales pesados que resultan nocivos al no poder degradarse de manera fácil y de forma biológica, ya que no cuentan con funciones metabólicas específicas para los seres vivo (Calao & Marrugo, 2015).

7.8.2. Índice de calidad del agua general “ICA”

Ciertos elementos básicos en función de los usos del agua son utilizados para el cálculo de los índices, el “ICA”, define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos que este pueda tener. Estos Índices son de Usos Específicos. El Índice de calidad de agua que propone Brown es una versión modificada del “WQI” fue desarrollada en Estados Unidos por La Fundación de Sanidad Nacional (NSF), con el fin de idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, diseño y creo un índice estándar llamado WQI (*Water Quality Index*) que en español se denomina: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA) (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, 2021).

El ICA es un número que va de 0 y 1 este valor señala el grado de calidad que tiene un cuerpo de agua, independiente de su uso para un bienestar humano. Este número es un complemento de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, dando así los indicios de los posibles problemas de contaminación (Valcarcel & Macías, 2019)

7.8.2.1. ¿Cómo se usa?

El índice *CCME WQI* es utilizado ampliamente a diferencia los demás índices de calidad de agua existentes, fue diseñado en 1970, se usa para medir los cambios en la calidad del agua a través del tiempo ya sea en tramos de ríos y poder comparar diferentes tramos del mismo río o a su vez comparar entre diferentes ríos alrededor del mundo (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, 2021).

7.8.2.2. ¿Dónde se aplica?

ICA o conocido como índice de calidad de agua es aplicado a nivel nacional e internacional ya que permite identificar con facilidad la calidad de agua en un tiempo estimado, de este modo siendo considerado una herramienta tecnológica de gran ayuda (Caho & López, 2017).

Figura 1

Gráfica Circular (Ejemplo de distribución de calidad de agua)



Nota. Adaptado de la gráfica circular, distribución de calidad de agua, por la Gerencia de Saneamiento y Calidad de Agua, 2002.

7.8.3. Tipos Index

Internacionales

Dentro de los tipos internacionales existen varios, pero detallaremos los principales:

7.8.3.1. Índice Canadiense de Calidad del Agua (CWQI)

El Índice de Calidad del Agua Canadiense (*CWQI*) nos permite proporcionar procedimientos estables para que las autoridades canadienses informen sobre el estado de la calidad del agua ya sea a la gerencia o al público general. El responsable de su desarrollo fue un subcomité establecido bajo el Grupo de Trabajo de Directrices de Calidad del Agua del Consejo Canadiense de ministros de Medio Ambiente (CCME).

7.8.3.2. El Índice de La Fundación Nacional de Saneamiento (INSF)

"*Water Quality Index*" (*WQI*) índice de Calidad de Agua, se desarrolló en el año 1970 por la *National Sanitation Foundation* (NSF) de Estados Unidos, se usó una técnica de investigación Delphi de la "*Rand Corporation's*" (*Ball y Church* 1980). Dicha técnica se utiliza frecuentemente en paneles de expertos, que para la época fueron 142. El INSF, posee la característica de ser un índice multiparámetro, y los estudios basados fueron tres. En el primero, se probaron 35 variables de contaminación incluidos en el índice; los expertos opinaron sobre ellos clasificaron los mismos en tres categorías de acuerdo a si el parámetro debía ser: "no incluido", "indeciso" o "incluido" (Yané, 2018).

7.8.3.3. El Índice de Calidad de Agua para Oregon (Estados Unidos)

Por otro lado, el índice de Calidad de Agua de Oregon (*OWQI*), es considerado como un número simple, este índice toma en cuenta 8 parámetros con los que se puede determinar la calidad del agua, dentro de las variables tenemos: DQO, OD, T, pH, Sólidos Totales, Amonio y Nitratos, Fósforo Total y Coliformes Fecales). Fue desarrollado para evaluar el monitoreo mantenido por el Laboratorio del Departamento de Calidad Ambiental de Oregon, con el objetivo de observar los impactos que tienen de las fuentes de contaminación por la variación de condiciones (Arias & Rodríguez, 2019).

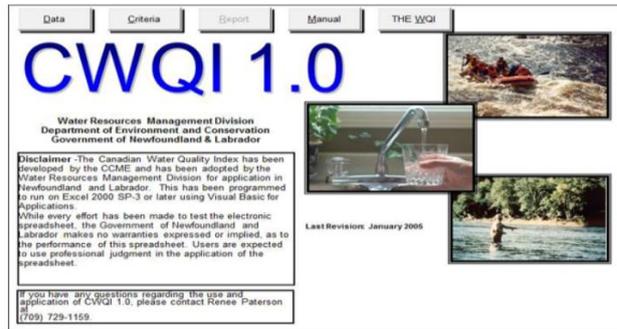
7.8.3.4. Índice RPI (River Physiochemical Index)

Dicho índice parte del índice de Oregon para su desarrollo, planteo que era importante tener en cuenta una sola ecuación de sólidos disueltos y no varias como se consideran en el índice de Oregon en razón de sus diferencias geomorfológicas. De este modo el índice revisado fue llamado RPI (*River Physiochemical Index*), permitiendo determinar la condición global de un cuerpo de agua, se estableció la media armónica de los valores individuales del RPI de todos los datos, cuando un factor no se determinó fue descartado (IWRRI, 2003). Generalmente fueron calculados entre 8 y 6 variables (Arbor, 2010).

7.8.3.5. Canadian water quality Index CCME-WQI

Figura 2.

Gráfica Plataforma de cálculo CCME WQI



Nota. Adoptado de la plataforma de cálculo CCME WQI, por la División de Gestión de Recursos Hídricos del Departamento de Medio Ambiente y Cambio Climático de los Países Bajos.

7.9. Problemática presencia de metales pesados en agua

Uno de los principales problemas más graves que amenazan la seguridad alimentaria y la salud pública a nivel mundial y local es la contaminación por metales pesados en los recursos de agua. Estos metales son considerados como elementos químicos con propiedades metálicas cercanas, aunque algunos opinan que se distinguen de otros metales por referencia al número o peso atómico, o a su vez por algunas propiedades químicas o tóxicas. Suelen llamarse así para referirse a su impacto ambiental, dependiendo de la concentración en la que se encuentre en el ecosistema y sus alteraciones. La presencia de metales pesados en el agua puede o no ser una preocupación dependiendo de las circunstancias (Aconsa, 2021).

7.9.1. Problemática presencia de metales pesados en agua de riego

Los metales pesados en el agua provocan grandes problemas tanto en la salud humana como en la agricultura, así como para la biodiversidad son los altos niveles de concentración de metales pesados en agua utilizada para riego. Estos metales pesados como plomo, níquel, arsénico, hierro y manganeso, si están presentes en el agua residual utilizada para riego, principalmente pueden ser acumulados en los suelos agrícolas presentando efectos negativos y resultando peligroso por su carácter no biodegradable, la toxicidad que ejercen sobre los diferentes cultivos y su biodisponibilidad (Mancilla y otros, 2012).

7.10. BASE LEGAL

La normativa legal trata sobre las leyes u ordenanzas establecidas por las autoridades gubernamentales por tanto son secciones que se relacionan con la naturaleza especialmente sobre el Recurso Hídrico (Agua).

Según la Constitución de la República del Ecuador, 2008, Art.12,14,411,282.

Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador, publicada según el Registro Oficial No. 449 el 20 de octubre del 2008 y sus reformas definió como deberes del Estado, entre otros: garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos internacionales, dentro de los cuales está el derecho humano al agua para sus habitantes, planificar el desarrollo nacional, erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, para acceder al Buen Vivir. La Constitución de la República del Ecuador trata la problemática de la calidad del agua desde varias perspectivas.

Del Derecho humano al agua

[...]Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.[...]

[...]Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. [...]

Capítulo II

Biodiversidad y Recursos Naturales, se menciona que el recurso hídrico debe ser conservado a través de un manejo integral enfocado en la protección de las cuencas hidrográficas y caudales ecológicos.

[...]Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los

ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

[...]

Capítulo III

Soberanía alimentaria

[...] **Art. 282.-** El Estado normará el uso y acceso a la tierra que deberá cumplir la función social y **CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR** - Página 136 LEXIS FINDER - www.lexis.com.ec ambiental. Un fondo nacional de tierra, establecido por ley, regulará el acceso equitativo de campesinos y campesinas a la tierra. Se prohíbe el latifundio y la concentración de la tierra, así como el acaparamiento o privatización del agua y sus fuentes. El Estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental. [...]

Según la ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua Art, 21,88,39

Ley orgánica

Sección I

[...] **Art. 21.-** Agencia de Regulación y Control del Agua.- La Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), es un organismo de derecho público, de carácter técnico administrativo, adscrito a la Autoridad Única del Agua, con personalidad jurídica, autonomía administrativa y financiera, con patrimonio propio y jurisdicción nacional. [...]

Sección II

[...] **Art. 88.-** Uso. Se entiende por uso del agua su utilización en actividades básicas indispensables para la vida, como el consumo humano, el riego, la acuicultura y el abrevadero de animales para garantizar la soberanía alimentaria en los términos establecidos en la Ley[...]

Sección IV

[...] **Art. 39.-** Servicio público de riego y drenaje.- Las disposiciones de la presente Ley relativas a los servicios públicos se aplicarán a los servicios de riego y drenaje, cualquiera sea la modalidad bajo la cual se los preste. [...]

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:2013 Primera revisión capítulo I

Norma Técnica

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169:2013 AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS.

Se establece en esta normativa las técnicas y precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar todo tipo de muestras de agua incluyendo aquellas para análisis biológicos, pero no análisis microbiológicos. Se aplica particularmente cuando una muestra (simple o compuesta) no puede ser analizada en el sitio de muestreo y tiene que ser trasladada al laboratorio para su análisis, considera los siguientes ítems:

1. Manejo y conservación
2. Preparación de recipientes
3. Llenado de recipientes
4. Refrigeración y congelación de muestras
5. Transporte de muestras
6. Rotulando
7. Recepción de muestras en el laboratorio

Según Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108:2011 cuarta revisión agua potable. requisitos. Definiciones, 3.1.3

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 108:2011 Cuarta revisión AGUA POTABLE. REQUISITOS.

DEFINICIONES. -

Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

[...] **3.1.3 Límite máximo permitido.** Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma y aplicando las reglas para redondear números[...]

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2226:2013 primera revisión literales 1.1, 4.1, 4.3

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2226:2013 Primera revisión

AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. DISEÑO DE LOS PROGRAMAS DE MUESTREO

1. OBJETO

[...] **1.1** Esta norma establece los principios generales a ser aplicados en el diseño de los programas de muestreo para el control de la calidad, caracterización de la calidad e identificación de las fuentes de contaminación en el agua, incluidos los sedimentos y los lodos.
[...]

[...] 4.1.4.3 Ríos y vertientes

a) Mezcla.

Si es significativa la vertiente o existe estratificación en el punto de muestreo, se debe recoger una serie de muestras transversales y de profundidad para determinar la naturaleza y extensión de cualquier vertiente o estratificación.

b) Selección de lugares

[...] **b.1)** Los lugares se deben seleccionar para que proporcionen una muestra representativa, preferiblemente, donde la posibilidad de que ocurran cambios marcados en la calidad, o donde la utilización del río es importante, por ejemplo, en las confluencias, donde se presentan grandes descargas o separaciones. Generalmente se evitan las represas o los lugares donde ocurren pequeñas descargas con efectos muy locales.[...]

[...] **b.2)** Se deben elegir de preferencia, los sitios donde se tiene la disponibilidad de datos sobre el flujo. Se utilizan, frecuentemente los puestos de control del río para la instalación del equipo de monitoreo.[...]

[...] **b.3)** Si el muestreo está destinado a monitorear los efectos de una descarga, este debe realizarse aguas arriba y aguas abajo del sitio de la descarga, pero cuidando las recomendaciones para permitir la mezcla de la descarga, la receptividad del agua y los efectos sobre las muestras a profundidad.[...]

El muestreo aguas abajo se realiza para evaluar los efectos de la descarga en el río

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 176:1998 Agua. Calidad dela Agua. Muestreo. Técnicas de Muestreo. Literales, 1.1, 3.1.1, 4.1

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN Quito - Ecuador NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 176:1998 AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO.

1. OBJETO

[...]1.1 Esta norma establece guías sobre las técnicas de muestreo usadas para obtener los datos necesarios en los análisis de control de calidad, de las aguas naturales, poluidas y aguas residuales para su caracterización. [...]

DEFINICIÓN

Para el propósito de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:

3.1.1 Muestra compuesta.

[...] Es la formada por dos o más muestras o submuestras, mezcladas en proporciones conocidas, de la cual se puede obtener un resultado promedio de una característica determinada. Las proporciones para la mezcla se basan en las mediciones del tiempo y el flujo. [...]

4. TIPOS DE MUESTRA

[...]4.1 Los datos analíticos obtenidos mediante la determinación de parámetros como: las concentraciones de material inorgánico, minerales o químicos disueltos, gases disueltos, materia orgánica disuelta y materia en suspensión en el agua o en el sedimento en un tiempo y lugar específicos o a intervalos de tiempo y en un lugar en particular son necesarios para indicar la calidad del agua. [...]

Decretos y reglamentos

Según Sistema Nacional Estratégico del Agua, Art. 1

Libro Primero

Sistema Nacional Estratégico Del Agua

[...]Art. 1.- Composición del Sistema Nacional Estratégico del Agua. De acuerdo con lo previsto en el artículo 15 de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua, el Sistema Nacional Estratégico del Agua. [...]

Según el Acuerdo Ministerial de criterios de la calidad del agua para uso agrícola y los límites permisibles Anexo 1 Tabla 3 y 4

Acuerdo Ministerial 097-A (Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua)

Esta normativa establece los principios básicos y enfoque general para el control de la contaminación del recurso hídrico, incluyendo los criterios de la calidad del agua para distintos usos en base a límites permisibles, prohibiciones y disposiciones. Para el efecto se utilizará la tabla 3 que habla sobre los criterios de la calidad del agua para uso agrícola, así como la tabla 4 que establece los parámetros de los niveles de la calidad del agua de riego.

A continuación, se presentará en la Tabla 4 y Tabla 5 que tratan sobre los criterios de la calidad del agua para uso agrícola y los límites permisibles.

Tabla 4

Anexo Tabla 3 Acuerdo Ministerial 097-A

TABLA 3: CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO AGRÍCOLA			
PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	Película Visible		Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo	Cr	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Huevos de parásitos			Ausencia
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,5
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
pH	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sulfatos	SO ₄ <2	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0,1

Nota.

Adaptado de Criterios de calidad de aguas para riego agrícola por el Acuerdo Ministerial 097-A, 2015 Año III - N° 387, en la tabla se puede apreciar los límites máximos permisibles de la normativa vigente.

Además de los criterios especificados, se detallan los parámetros de niveles de la calidad de agua para riego en la siguiente tabla:

Tabla 5

Límites permisibles, niveles para uso agrícola

TABLA 4: PARÁMETROS DE LOS NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO				
PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN		
		Ninguno	Ligero Moderado	Severo
Salinidad: (1) CE (2) SDT (3)	<u>milimhos/cm</u> <u>mg/l</u>	<u>0,</u> <u>7</u> <u>450</u>	<u>0,7-3,0</u> <u>450-2000</u>	<u>>3,0</u> <u>>2000</u>
Infiltración: (4)				
RAS=0-3yCE= RAS=3-6yCE= RAS=6-		<u>0,</u> <u>7</u> <u>1,</u> <u>2,</u>	<u>0,</u> <u>7-0,2</u> <u>1,</u> <u>2-0,</u> <u>3</u> <u>1,9<0</u>	<u><0,</u> <u>2</u> <u><0,</u> <u>3</u> <u><0,</u> <u>5</u>
RAS=12- 20yCE=		<u>2,9</u> <u>5,0</u>	<u>2,9-1, 3</u> <u>5,0-2, 9</u>	<u><0,</u> <u>2</u> <u><2,9</u>
Toxicidad por iones específicos (5) Sodio: Irrigación superficial RAS (6) Aspersión Cloruros: Irrigación superficial Aspersión Boro:	meq/l meq/l meq/l meq/l mg/l	<u>3,0-9,0</u> <u>3,0</u> <u>4,0-10,0</u> <u>3,0</u> <u>0,7-</u> <u>3,0</u>	<u>3,0-9,0</u> <u>3,0</u> <u>4,0-10,0</u> <u>3,0</u> <u>0,7-</u> <u>3,0</u>	<u>>9</u> <u>>10</u> <u>>3</u>
Efectos misceláneos (7) Nitrógeno (N-NO3) Bicarbonato (HCO3) Solo aspersión	<u>mg/l</u> <u>meq/l</u>	<u>5,0</u> <u>1,5</u>	<u>5,0-30,0</u> <u>1,5-8,5</u>	<u>>30</u> <u>>8,5</u>
pH	Rango normal	6,5-8,4		

Nota. Adaptado de (tabla 4). Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego por el Acuerdo Ministerial 097-A, 2015 Año III - N° 387, en la tabla se puede observar los límites máximos permisibles de la normativa vigente.

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿Existe incidencia de metales pesados Arsénico (As), Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y los parámetros físico químicos y biológicos dentro de la calidad del agua de los ríos: Cutuchi, Blanco, Pumacunchi, Illuchi y Calope?

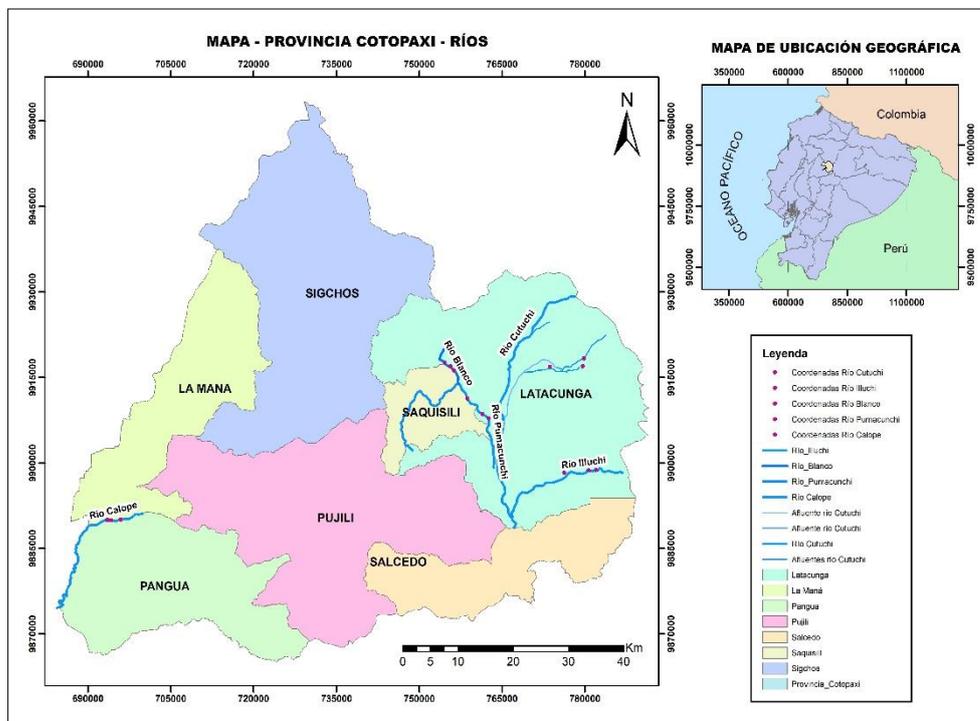
- Una vez culminado el análisis de la calidad de agua de los 5 ríos estudiados en la provincia de Cotopaxi se determinó que si existe incidencia de los metales pesados, así como también de algunos parámetros físico químicos y sobre todo de los parámetros biológicos, encontrando de este modo que el río Blanco para la época seca presenta calidad de agua favorable, mientras que para el río Pumacunchi en la misma época presenta calidad de agua mala a diferencia de los ríos Cutuchi, Illuchi y Calope que tienen una calidad de agua buena.

9. METODOLOGÍA

9.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Figura 3.

Área de estudio ubicación de puntos de muestreo.



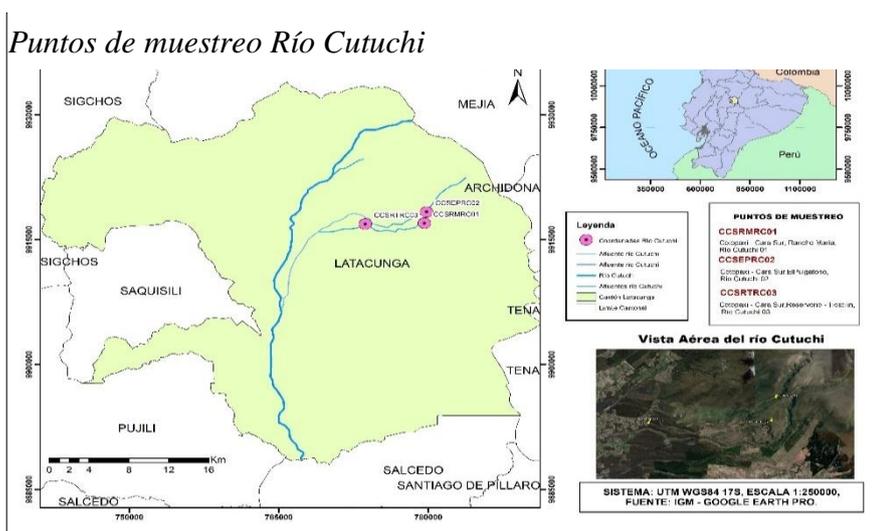
Nota. Área de estudio, la imagen muestra la ubicación georreferenciada, coordenadas y ríos analizados.

El área de estudio se definió en la provincia de Cotopaxi por las que recorren las cuencas hidrográficas de Pastaza, Guayas, Esmeraldas y Napo. Los ríos analizados están ubicados en los cantones de Latacunga, Saquisilí y Pangua. Por lo tanto, los puntos de muestreo determinados fueron el río Cutuchi, río Illuchi, los cuales se encuentran dentro de la cuenca de Pastaza (subcuenca de Patate), el río Blanco y el río Pumacunchi, los cuales pertenecen a las cuencas de Pastaza y de Esmeraldas (subcuenca de Patate - subcuenca del río Blanco) y finalmente el río Calope corresponde a la cuenca de Guayas (subcuenca de Babahoyo). En la figura 3 se presenta un mapa en donde se identifican las zonas y los ríos incorporados en esta área de estudio.

9.1.1. Río Cutuchi

El río Cutuchi nace de los deshielos del Cotopaxi, recorre de norte a sur, regando varias zonas agrícolas de la provincia de Cotopaxi ($0^{\circ}59'12.6''S$ $78^{\circ}36'22.7''W$), hasta unirse al río Ambato y formar el río Patate, se encuentra ubicado entre las cordilleras Oriental y Occidental de los Andes del Ecuador y su longitud aproximada es de 91.74 km y la altitud varía desde los 2,240 a los 4,004 metros (Ilbay y otros, 2020). En la figura 4 se puede apreciar los puntos establecidos para la toma de muestras en el río Cutuchi.

Figura 4

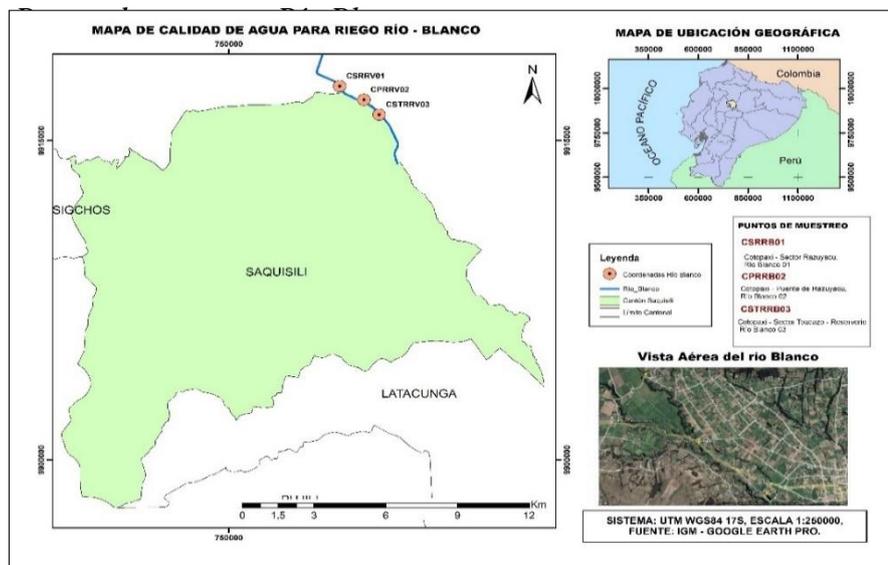


Nota. Puntos de muestreo Río Cutuchi, la imagen muestra la ubicación georreferenciada del área de estudio.

9.1.2. Río Blanco

El río Blanco está ubicado en la provincia de Cotopaxi (-0.783333° S y -78.6° W). tiene una altitud de 2,719 metros. Está situada cerca de la localidad de Planchaloma y la comunidad Toacaso, su longitud aproximada es de 2,719 metros, se encuentra a una altura de 3,027 metros. En la figura 5 se puede observar los puntos de muestreo establecidos en el río Blanco.

Figura 5



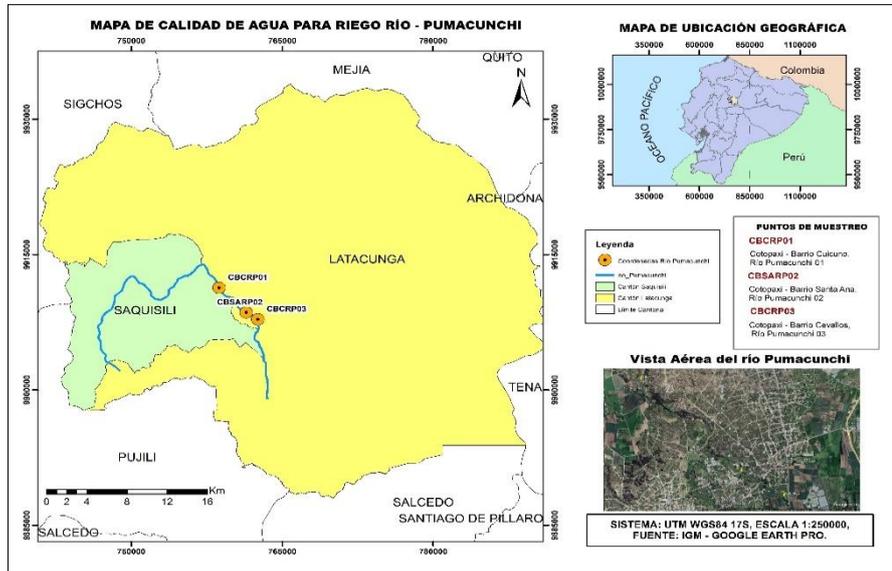
Nota. Puntos de muestreo Río Blanco, la imagen muestra la ubicación georreferenciada del área de estudio.

9.1.3. Río Pumacunchi

El río Pumacunchi está ubicado en la provincia de Cotopaxi ($-0,95597^{\circ}$ S y $-78,61746^{\circ}$ W) tiene una altitud de 2,719 metros. Está situada cerca de la localidad Hacienda San Felipe y Hacienda Atahualpa. y su longitud aproximada es de 2,719 metros. En la figura 6 se puede apreciar los puntos establecidos para la toma de muestras en el río Pumacunchi.

Figura 6

Puntos de muestreo Río Pumacunchi



Nota. Puntos de muestreo Río Pumacunchi, la imagen muestra la ubicación georreferenciada del área de estudio.

9.1.4. Río Illuchi

El río Illuchi está ubicado en la provincia de Cotopaxi, (-0,9883° S y -78,60369° W), tiene una altitud de 2,702 metros. Está situada cerca de la localidad Hacienda Illuchi y Hacienda Rumipamba. y su longitud aproximada es de 2,702 metros. En la figura 7 se puede observar los puntos establecidos para la toma de muestras en el río Illuchi.

Figura 7



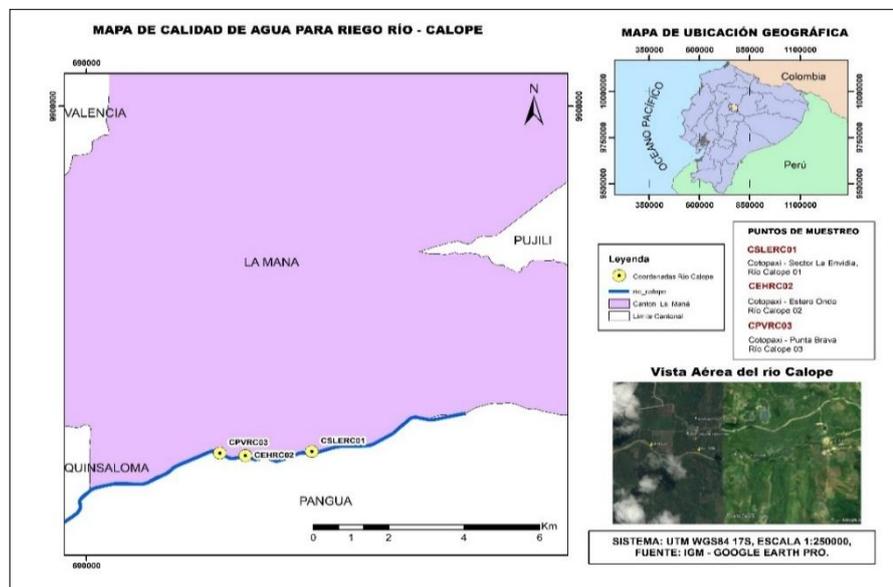
Nota. Puntos de muestreo Río Illuchi, la imagen muestra la ubicación georreferenciada del área de estudio.

9.1.5. Río Calope

El río Calope está ubicado en la provincia de Cotopaxi, el límite provincial entre Cotopaxi y los Ríos, (-1.15° S y -79.3667° W) tiene una altitud de 342 metros. Está situada en el cantón Pangua en la parroquia Moraspungo, cause que separa a Quinsaloma (Los Ríos) y Pangua (Cotopaxi). En la figura 8 se puede apreciar los puntos establecidos para la toma de muestras en el río Calope.

Figura 8

Puntos de muestreo Río Calope



Nota. Puntos de muestreo Río Calope, la imagen muestra la ubicación georreferenciada del área de estudio.

9.2. Determinación de puntos de muestro

La elección de las áreas de monitoreo se efectuó mediante un estudio de georreferenciación y un recorrido de campo, que permitió determinar los tramos más representativos de los ríos, para dentro de ellos ubicar los puntos de toma de muestra. Con el apoyo de georreferenciación y tomando en cuenta la accesibilidad y observaciones directas en campo, se eligieron 5 ríos seleccionando 3 puntos en cada río, cuya descripción y coordenadas (Que se encuentran en unidad UTM) se encuentran indicados en la Tabla 6, cubriendo así las zonas más representativas.

Tabla 6*Puntos y coordenadas de muestreo (PM = Puntos de muestreo)*

RÍOS	PUNTOS DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS
Cutuchi	PM1	Cotopaxi, Cara –Sur Bocatoma Río Cutuchi	17M: 779636.00 – 9916966.00
	PM2	Cotopaxi, Cara – Sur Sector. El Purgatorio Río Cutuchi	17M: 779849.00 – 9918323.00
	PM3	Cotopaxi Cara – Sur Reservorio#2 Río Cutuchi	17M: 773688.00 – 9916854.00
Blanco	PM1	Cotopaxi Sector. Razuyacu Río Blanco	17M: 754641.46 - 9917563.07
	PM2	Cotopaxi Puente de Razuyacu Río Blanco	17M: 755660.00 – 9916919.00
	PM3	Cotopaxi Sector Toacazo Reservorio Río Blanco	17M: 756498.19 - 9916221.95
Pumacunchi	PM1	Cotopaxi Barrio Cuicuno Río Pumacunchi	17M: 758729.52 - 9911310.91
	PM2	Cotopaxi Barrio Santa Ana Río Pumacunchi	17M: 761419.56 - 9908574.64
	PM3	Cotopaxi Barrio Cevallos Río Pumacunchi	17M: 762578.00 - 9907821.00
Illuchi	PM1	Cotopaxi Páramo de salayamo, Dique Río Illuchi	17M: 782079.93 - 9898746.77
	PM2	Cotopaxi Vaquería Andracas Río Illuchi	17M: 780722.68 - 9898653.97
	PM3	Cotopaxi Reservorio, Sect Igllagua Río Illuchi	17M: 776277.07 - 9898236.13
Calope	PM1	Cotopaxi Sector la Envidia Río Calope	17M: 695973.50 – 9890040.20
	PM2	Cotopaxi Estero Hondo Río Calope	17M: 694210.73 – 9889917.16
	PM3	Cotopaxi Punta Brava Río Calope	17M: 693535.00 – 9889989.00

Nota. Puntos de muestreo, la tabla muestra detalles para la toma de muestras con las respectivas coordenadas y la descripción de los lugares de cada río analizado.

9.3. Tipo de estudio

El presente trabajo corresponde a una investigación de tipo no experimental, y de trabajo de campo, la cual abarca un estudio de los parámetros fisicoquímicos, biológicos y especiales de muestras de agua de los ríos Cutuchi, Blanco, Pumacunchi, Illuchi y Calope, a la vez se identificó las cantidades de mayor concentración de metales pesados, así como parámetros físico químicos y biológicos existentes en cada punto de muestreo para determinar su calidad de agua existente.

9.4. Tipos de investigación

9.4.1. Investigación Bibliográfica

Este análisis se realizó para profundizar y recopilar información sobre el tema, apoyado por fuentes bibliográficas como: Artículos y revistas científicos (*Scielo, Redalyc, Dialnet, ScienceDirect*) Google académico, Google Libros, Informes técnicos, y la Normativa Ambiental vigente para la identificación y análisis de los ríos en estudio.

9.4.2. Investigación Descriptiva

Esta investigación es la medida con la cual permitió definir las zonas y características de estudio, ubicados en diferentes sectores desarrollado en los 5 ríos (Cutuchi, Pumacunchi, Blanco, Illuchi, Calope) de la provincia de Cotopaxi.

9.4.3. Investigación de Campo

Se realizó distintas visitas in situ con las cuales se pretende realizar el diagnóstico preliminar de metales pesados (As, Fe, Mn) y analizar los valores de parámetros fisicoquímicos y biológicos en los 5 ríos de la provincia de Cotopaxi, proceso mediante el cual permitió la toma de muestras para posteriormente ser analizadas en los laboratorios INAMHI, por otro lado se determinó los valores de los parámetros existentes se usó instrumentos específicos (peachímetro, multiparámetro) para la medición de los mismos.

9.4.4. Investigación Analítica

Con esta investigación realizó el análisis e interpretación de los resultados generados por el Laboratorio INAMHI, para las muestras de agua por medio del índice de calidad de agua CCME_WQI.

Por medio de esta investigación se pudo interpretar los resultados obtenidos en el laboratorio,

posterior a ello comparar con las Tablas 3 y 4 del Acuerdo Ministerial 097 A.

En razón de factibilidad, disposición presupuestaria, logística y tiempo, se tomaron en cuenta para esta investigación los siguiente parámetros Tabla 7.

Tabla 7

Límites máximos permisibles, criterios de calidad de aguas para riego agrícola.

Parámetros	Siglas	Unidad	Límite máximo permisible
Arsénico	As	mg/L	0.1
Hierro	Fe	mg/L	5.0
Manganeso	Mn	mg/L	0.2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100mL	1000
pH	UpH		6 – 9
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	3
Conductividad Eléctrica	CE	milimhos/cm	0.7

Nota. Límites máximos permisibles, criterios de calidad de aguas para riego agrícola, por el Acuerdo Ministerial 097-A, 2015 Año III - N° 387, la tabla muestra los parámetros analizados, indicando los valores permisibles decretados por la normativa vigente.

En la Tabla 8 se presenta los parámetros analizados según su clasificación en las Tablas 3 y 4 del Acuerdo Ministerial 097 A, denominado con (a) = Tabla 3 y (b) = Tabla 4.

Tabla 8

Límites máximos permisibles, criterios de calidad de aguas para riego agrícola

PARÁMETROS		
Físico	Biológicos	Especiales
Químicos		
OD ^a		As ^a
pH ^{a, b}	Coliformes	Fe ^a
CE ^b	Fecales ^a	Mn ^a
T		

Nota. Límites máximos permisibles, criterios de calidad de aguas para riego agrícola, en la tabla se observa los parámetros según su clasificación.

9.5. Métodos

Los métodos utilizados para la ejecución del presente proyecto de investigación son los siguientes:

9.5.1. Método cuantitativo

Una vez obtenidas las muestras del agua y enviadas al laboratorio para su posterior análisis y correlación de los parámetros necesarios para el estudio permitieron contestar la pregunta de científica.

Se utilizó este método para poder interpretar los resultados del análisis de las muestras, y posteriormente aplicarlo por el índice de calidad de agua CCE_WQI a través de su ecuación relacionada al incumplimiento de los límites máximos permisibles.

9.5.2. Método Analítico

Este método fue utilizado para determinar los parámetros físico-químicos, biológicos y especiales de acuerdo al fin de la investigación.

9.5.3. Método Deductivo

Permitió reconocer si existen fuentes contaminantes a lo largo de los ríos establecidos y a partir de ello establecerlos puntos de muestreo.

9.5.4. Método Inductivo

Permitió determinar los parámetros necesarios de acuerdo a la zona de estudio facilitando realizar un diagnóstico con menos margen de error de la calidad de agua de cada río.

9.6. TÉCNICAS

9.6.1. Observación

Se realizó diversas visitas in situ a la zona de estudio donde se establecieron los puntos de muestreo, y se procedió a la toma de muestras.

9.6.2. Instrumentos

Para la presente investigación se generó una base de datos en la cual se encuentran plasmados los resultados de los parámetros analizados.

Por medio de la herramienta *ArcGIS* se creó mapeo en el cual permitió recopilar, información y georreferenciar los puntos y lugares de estudio.

Utilizando *Google Earth Pro* ofrece se plasmó imágenes geoespaciales siendo de este modo imágenes de alta resolución en 3D en las cuales se detalló los puntos de muestreo de manera satelital.

9.7. Técnicas para la toma de muestras

Se utilizó la normativa **NTE INEN 2169** Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras con el fin de evitar alteraciones en los análisis.

9.7.1 Muestreo

El muestreo de calidad de agua de los ríos: Río Cutuchi, Río Blanco, Río Pumacunchi, Río Illuchi y Río Calope se realizó en base a las recomendaciones y pautas emitidas por NTE INEN para la calidad del agua, conformado por el siguiente apéndice:

- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169 (2013) Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y Conservación de muestras. A continuación, se describe cada una de las técnicas indicadas por la normativa.

9.7.1.1 Toma de Muestras

Se decidió hacer muestreo simple en los 5 ríos debido a que se consideró que las condiciones en los puntos de muestreo son razonablemente constantes en el espacio y en el tiempo, representando así las condiciones de la corriente en el momento de la toma de muestras de agua.

Las muestras tomadas se las ejecutó de acuerdo a criterios técnicos y los puntos con un total de 15 sitios, de los cuales fueron designados 3 puntos por cada río, tomando en cuenta las respectivas coordenadas de ubicación, realizadas mediante visitas de campo, para posteriormente ser trasladadas al laboratorio para el análisis respectivo.

9.7.1.2. Número de muestras

El Proyecto de investigación consistió en la toma de tres muestras por cada río teniendo un total de 15 muestras de agua mismas que fueron tomadas en el área de estudio y se tomaron como referencia para el muestreo por el uso agrícola.

9.7.1.3. Manejo y conservación de las muestras

Se utilizó envases plásticos adecuados debidamente desinfectados y bajo las condiciones requeridas para que no sufran ninguna alteración de las muestras de manera que se evite cualquier cambio en los resultados.

9.7.1.4. Recipientes

Los recipientes que fueron utilizados durante la toma de muestras son ámbar recomendados en el protocolo del laboratorio para el almacenamiento y transporte de muestras.

9.7.1.5. Preparación de recipientes

Los envases empleados fueron quince, designando respectivamente tres envases para cada río, como parte del protocolo se utilizó envases estériles con el fin de desinfectar los instrumentos para la medición de parámetros como: (pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica).

9.7.1.6. Identificación de muestras

Los envases que se utilizaron en el muestreo fueron debidamente y marcados de una manera clara con letra legible, tal como indica el laboratorio. Durante el muestreo se colocaron etiquetas ubicando los respectivos detalles que ayudaron a una correcta interpretación de los análisis (fecha, hora, lugar de toma muestra, coordenadas, tipo de envase, tipo de muestra).

9.7.1.7. Llenado del recipiente

9.7.1.7.1. Análisis Físico Químico

Para la toma de las muestras de agua se debe llenar los frascos completamente y taparlos para que no exista aire sobre la muestra ya que esto limita la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte.

9.7.1.7.2. Análisis Biológico

Para las muestras biológicas el recipiente no debe ser llenado en su totalidad dejando un espacio de aire después de colocar la tapa. Esto permitió mezclar la muestra antes del análisis y evitar una contaminación accidental.

9.7.1.3. Refrigeración y congelación de las muestras

Al momento de ubicar las muestras dentro del collar se colocó hielos dentro del contenedor ya que ayuda a mantener una temperatura baja y adecuada a la cual se recolectó, evitando que existan temperaturas altas y posteriormente exista un fallo de lectura durante su análisis.

9.7.1.4. Transporte de muestras

Con respecto al transporte de las muestras se lo realizó en un collar, el mismo que tiene la característica de conservar las propiedades del agua con las mismas condiciones que fueron tomadas, y transportadas. Las cuales fueron entregadas en el laboratorio, en donde manifestaron que los resultados serán entregados en 10 días laborables.

9.7.1.5. Determinación de parámetros de campo

Con ayuda de un multiparámetro se determinó diversos parámetros físico-químicos como: pH, conductividad eléctrica (CE), oxígeno disuelto (OD) y la temperatura (T).

9.8. Determinación de parámetros biológicos y especiales

Para la determinación de los parámetros biológicos (Coliformes Fecales) y especiales (Metales Pesados As, Fe, Mn) se enviaron las muestras para su análisis al Laboratorio de Calidad de Aguas y Sedimentos (INAMHI). Los resultados obtenidos son comparados con el Acuerdo Ministerial 097A, Tabla 3 Y 4, los mismos que nos indican los valores óptimos límites máximos y mínimos permisibles para plantear las respectivas recomendaciones de manera correcta, por tanto, se enumeran los estándares aceptables de calidad del agua para riego agrícola en las tablas anteriormente expuestas en marco teórico Tabla 3 y Tabla 4.

9.9. Determinación de Índice canadiense de calidad de agua

Con los parámetros determinados en fases previas y bajo el criterio de calidad de agua. Posteriormente, se trabajó en el índice canadiense de calidad agua, se determinó mediante tres factores que representan: alcance, frecuencia y amplitud, mismas que para su cálculo se aplicó las fórmulas expresadas a continuación:

F1 (alcance): este factor indica el porcentaje del número de parámetros que incumplieron con los límites establecidos por la normativa, respecto al total de parámetros evaluados.

Según el Índice de la calidad de agua de Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (*CCME-WQI*)

$$F1 \frac{\# \text{ de variables fuera de rango}}{\# \text{ total de parámetros}} * 100$$

F2 (frecuencia): representa el porcentaje de datos individuales de cada parámetro que no cumplieron con la directriz de calidad.

Según el Índice de la calidad de agua de Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME-WQI)

$$F2 \frac{\# \text{ de datos fuera de rangos}}{\# \text{ total de datos}} * 100$$

F3 (Amplitud): corresponde a la magnitud de la desviación que existe entre los datos obtenidos y el límite de referencia, hallándose en tres partes:

Según el Índice de la calidad de agua de Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME-WQI)

$$\text{Excursión} \left(\frac{\text{Valor excedido del rango}}{\text{Rango}} \right) - 1$$

$$nse \frac{\sum \text{excursión}}{0.01(nse) + 0.01}$$

$$F3 = \frac{nse}{0.01(nse) + 0.01}$$

(WQI) Índice canadiense de calidad de agua

Según el Índice de la calidad de agua de Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME-WQI)

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^3}}{1.732} \right)$$

En la Tabla 9 se describe la categoría de clasificación de la calidad de agua según de los valores establecidos con el índice de calidad de agua WQI.

Tabla 9

Criterios para la clasificación de las aguas según el índice CCME-WQI

Categoría	Rango	Descripción
Excelente	95-100	La calidad de agua está en excelentes condiciones presentando ausencia de contaminación.
Buena	80-94	Su calidad se encuentra con un grado mínimo de amenaza alterando, las condiciones de niveles deseables
Favorable	65-79	La calidad de agua presenta deterioro ocasional, algunas veces las condiciones se alejan de los niveles deseables.
Regular	45-64	Frecuentemente la calidad de agua se ve alterada y sus condiciones se alejan con frecuencia de los niveles deseables.
Mala	0-44	En este rango la calidad del agua es mala ya que se ve afectada por grandes concentraciones de contaminantes.

Nota. Criterios para la clasificación de las aguas, según el índice CCME-WQI. En la tabla se puede observar la categoría, el valor y la descripción para identificar la calidad agua.

9.10. Establecimiento de la correlación entre la concentración de metales pesados versus los parámetros físico químicos y biológicos.

Con este proceso se pudo analizar e interpretar las características, o valores de la investigación con el fin de comprender la realidad de estado en el que se encuentran los ríos. En el presente proyecto de investigación sirvió para obtener valores estadísticos de concentración de metales pesados a la vez la correlación de parámetros físico – químicos y biológicos de los diferentes ríos y compararlos entre ellos.

En este caso se utilizó un método estadístico mediante un esquema de amibas para detallar la concentración de metales pesados de cada punto de muestro pudiendo identificar claramente valores de los parámetros.

9.11. Elaboración y diseño de un mapa interactivo sobre calidad de agua de ríos

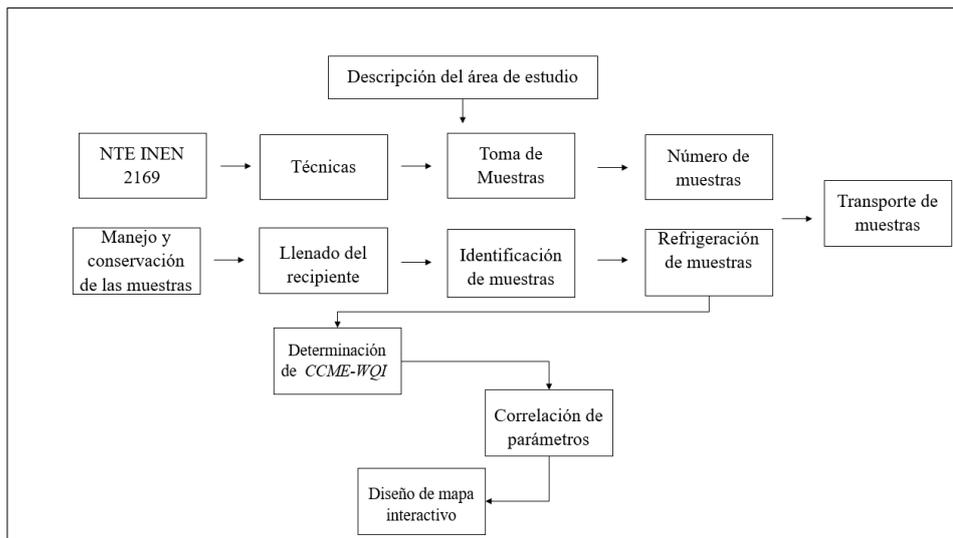
Para la elaboración del mapa interactivo se requirió de herramientas tecnológicas que sirvió para identificar la información geográfica de los ríos que fueron analizados, el cual de manera didáctica indica el estado de agua existente en cada rio ya mencionado.

9.11. Procedimiento para elaborar el mapa

Para el diseño del mapa interactivo se utilizó herramientas de SIG que se detallará continuación.

1. Recopilación de información
2. Marco referencial
3. Vista *in situ*
4. Georreferenciación de puntos
5. Elaboración de base de datos
6. Generación de capas
7. Elaboración de mapas

Diagrama de metodología



Nota. Diagrama de metodología. En la figura se muestran los procesos realizados en esta investigación.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La elaboración de este proyecto de investigación se desarrolló en 5 ríos de la provincia de Cotopaxi mediante 2 visitas *in situ*. Es decir, en total se realizaron 6 visitas, 2 por cada punto de muestreo. Se evaluó la presencia de metales pesados y su relación con los parámetros físico químicos, biológicos (Tabla 7) dónde se dan a conocer los valores obtenidos por medio de las pruebas de laboratorio, para así dar un aval de que el agua de estos efluentes pueda ser utilizadas para uso agrícola. Así mismo, se obtuvo datos de los parámetros de CE, OD, temperatura y pH se ejecutaron mediante la utilización de un multiparámetro y un peachímetro, los cuales generaron los resultados que se presentan en las Tablas de la 11 a la 15.

Se presentan los resultados obtenidos en la investigación tanto con el multiparámetro como los resultados que adjunto el laboratorio INAMHI, dando a conocer los valores de los parámetros físico químicos, biológico y especiales. De manera preliminar algunos datos requieren ser procesados a nivel de unidades de medidas o de dilución, para esto se utilizó las

tablas de conversión, en este proyecto, la Tabla 10 exponen de forma resumida los parámetros de conversión utilizados para la conductividad eléctrica y oxígeno disuelto

La calidad de agua es un tipo de análisis fundamental para determinar la posibilidad de establecer la limitación del agua existente en los ríos confines de cultivo agrícola.

Tabla 10

Datos para conversión

GRADO DE RESTRICCIÓN CE		
Ninguno	Moderado	Severo
0,7	0,7- 3,0	>3
CONVERSIONES		
$\mu\text{g/l} = 0,001 \text{ mg/l}$ $1 \text{ mmhos/cm} = 1,000 \mu\text{mhos/cm.}$ $1 \text{ mg/L} = 1 \text{ parte por millón (ppm)}$		

Nota. Datos para conversiones, La tabla muestra las unidades para conversiones requeridas según el Acuerdo Ministerial tabla 3 y 4 destinada para el uso de riego agrícola.

En la tabla 11, se presenta los resultados de todos los parámetros analizados en el Río Cutuchi.

10.1. Análisis del río Cutuchi

Tabla 11

Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio (Río Cutuchi)

RESLTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (RÍO CUTUCHI)						
PUNTO 1	Unidad	Valor	Conversión	L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	2,152 ^(α)	0.002156 mg/l	0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	0,00 ^(α)		5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,003 ^(α)		0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	< 1.8		1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	131.5	0.1315 mMhos/cm	0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	21.9	0.00219 mg/l	3mg/l		
Temperatura	°C	10.5		a < temperatura + OD		
Ph		6.1		6 a 9		
PUNTO 2	Unidad	Valor		L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	1,759 ^(α)	0.001759 mg/l	0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	0,00 ^(α)		5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,002 ^(α)		0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	<1.8		1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	111.7	0.1117 mMhos/cm	0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	22.7	0.00227 mg/l	3mg/l		
Temperatura	°C	9.0		a < temperatura + OD		
Ph	UpH	5.6		6 a 9		
PUNTO 3	Unidad	Valor		L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	2,288 ^(α)	0.002288 mg/l	0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	0,22 ^(α)		5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,007 ^(α)		0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	240,0		1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	115.3	0.1153 mMhos/cm	0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	21.5	0.00215 mg/l	3mg/l		
Temperatura	°C	12.0		a < temperatura + OD		
Ph		6		6 a 9		

Nota. Adoptado de Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio Río Cutuchi por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2022.

Debido a la naturaleza homogénea de los puntos, se tomó como punto de referencia analizar parámetro por parámetro cada cambio dado en el análisis de calidad de agua.

El primer parámetro evaluado fue el pH, para el punto 1 el pH fue 6.1, en el punto 2 el pH fue 5.6, para el punto 3 el pH fue 6, teniendo un valor promedio de 5.9 ± 0.2 . Este parámetro físico químico al compararse con el Acuerdo Ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) la tabla 3, no cumple dentro de los límites permisibles en el punto 2, ya que su valor es menor que lo establecido (6 - 9), debido a que en el momento que se tomó las muestras dicho punto tenía presencia de materia orgánica en descomposición. Según (Japac, 2016),

sugiere que al elevarse o disminuir el pH podría variar el balance de los químicos en el agua y permitir que los contaminantes se movilizan, generando situaciones tóxicas ocasionando problemas con cual podemos confirmar que este valor de pH se debe a los restos en descomposición que cambia el pH natural de las aguas.

El segundo parámetro analizado fue el OD, para el punto 1 el OD fue de 0.00219 mg/L, en el punto 2 el OD fue 0.00227 mg/L, y para el punto 3 el OD fue 0.00215 mg/L, teniendo un valor promedio puntual de 0.002. Este parámetro físico químico al compararse con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) la tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (3mg/L) y no existe sobre saturación. Como tercer parámetro evaluado es la T teniendo para el punto 1 la T fue de 10.5°C, en el punto 2 la T fue 9.0°C, y para el punto 3 la fue 12.0°C, teniendo un valor promedio puntual de 10.5°C \pm 1.5. Entre estos dos parámetros la temperatura y el OD se ve estrechamente relacionados, ya que a menor temperatura se tiene un mayor OD y viceversa. La relación existente entre esas variables determina la cantidad máxima de oxígeno que puede disolverse a ciertas condiciones de temperatura. La temperatura a su vez afecta a la solubilidad del oxígeno disuelto en el agua, mostrando estos dos parámetros fisicoquímicos una relación inversa, es decir, a mayor temperatura menor solubilidad del oxígeno (Núñez, 2021).

El cuarto parámetro valorado fue la CE, para el punto 1 la CE 0.1315 mMhos/cm, en el punto 2 la CE 0.1117 mMhos/cm, para el punto 3 la CE 0.1153 mMhos/cm, teniendo un valor promedio de 0.120 \pm 0.1. Este parámetro físico químico al compararse con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 4, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (0,7 milimhos/cm). Según (Rebolledo, 2017) , el suelo o agua presentan salinidad esta se refiere a la cantidad de sal que se encuentran en cada solución puede ser determinada mediante la valoración de la conductividad eléctrica, este valor se ve afectado por la concentración de sales disueltas.

El quinto parámetro valorado fue los Coliformes Fecales, para el punto 1 CF fue < 1.8, en el punto 2 CF fue < 1.8 para el punto 3 CF fue 240.0, teniendo un valor promedio de 240.0. Este parámetro biológico al compararse con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (1000 NMP/100ml). Los coliformes son indicadores de contaminación del agua y los alimentos. (Fernández M. T., 2017)

El sexto parámetro analizado fue el metal pesado As, para el punto 1 el As fue 0.002156 mg/L, en el punto 2 el As fue 0.001759 mg/L, para el punto 3 el As fue 0.002288 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.0021. Este parámetro especial al compararlo con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que están dentro del rango establecido (0.1 mg/L). Según (Lillo, 2019), el arsénico es un elemento extremadamente tóxico para el organismo humano, se encuentra ya sea de origen natural o antropogénico

El séptimo parámetro evaluado fue el metal pesado Fe, para el punto 1 el Fe fue 0.00 mg/L, en el punto 2 el Fe fue 0.00 mg/L, para el punto 3 el Fe fue 0.22 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.073 ± 0.1 . Este parámetro especial al compararlo con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (5.0 mg/L). El hierro (Fe) en el agua natural proviene de la disolución de las rocas y minerales donde se encuentra contenido, el hierro se encuentra en niveles muy bajos, ya que en estas aguas el ión hierro es prácticamente insoluble. (Valencia, 2020).

El octavo y último parámetro valorado fue el metal pesado Mn, para el punto 1 el Mn 0.003 mg/L, en el punto 2 el Mn 0.002 mg/L, para el punto 3 el Mn 0,007 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.004 ± 0.0 . Este parámetro especial al compararlo con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (0.2mg/L). El Manganeseo si se encuentra en altas concentraciones representa un peligro ya sea para la salud humana como para el ecosistema (Meza, 2022).

De acuerdo a los parámetros analizados podemos determinar que el parámetro que no cumple dentro de los límites máximos permisibles según el Acuerdo Ministerial 097- A es el pH en el punto 2 del río Illuchi, el cual tiene un valor de 5.9 UpH.

En la tabla 12, se presenta los resultados de todos los parámetros analizados en el Río Blanco.

10.2. Análisis del río Blanco

Tabla 12

Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio (Río Blanco)

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (RÍO BLANCO)							
PUNTO 1	Unidad	Valor	Conversión		L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	108,471	0.108471 mg/l		0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	0,60			5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,062 ^(α)			0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	240,0			1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	0.328	0.000328 mMhos/cm		0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	15.6	0.00156 mg/l		3mg/l		
Temperatura	°C	16.0			a < temperatura + OD		
Ph	UpH	7.6			6 a 9		
PUNTO 2	Unidad	Valor			L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	156,255	0.156255 mg/l		0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	14,50 ^(α)			5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,288			0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	540,0			1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	0.458	0.000458 mMhos/cm		0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	14.4	0.00144 mg/l		3mg/l		
Temperatura	°C	15.0			a < temperatura + OD		
Ph	UpH	8.1			6 a 9		
PUNTO 3	Unidad	Valor			L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	243,166 ^(α)	0.243166 mg/l		0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	11,49 ^(α)			5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,185			0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	240,0			1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	0.480	0.00048 mMhos/cm		0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	15.6	0.00156 mg/l		3mg/l		
Temperatura	°C	15.5			a < temperatura + OD		
Ph	UpH	7.7			6 a 9		

Nota. Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio Río Blanco, por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2022

Realizando el análisis por naturaleza homogénea de los puntos, se verificó parámetro por parámetro en el análisis de calidad de agua.

En primera instancia se evaluó el parámetro pH, para el punto 1 el pH fue 7.6, en el punto 2 el pH fue 8.1, para el punto 3 el pH fue 7.7, teniendo un valor promedio de 7.8 ± 0.2 . Este parámetro físico químico al compararlo con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) la tabla 3, cumple dentro de los límites permisibles (6 - 9). Según (Afanador, 2017), el pH es una manera de representar la actividad del ión hidrógeno o la concentración de ión hidrógeno.

En segundo lugar se analizó el parámetro OD, para el punto 1 el OD fue 0.00156 mg/L, en el punto 2 el OD fue 0.00144 mg/L, para el punto 3 el OD fue 0.00156 mg/L, teniendo un valor

promedio de 0.001. Este parámetro físico químico al compararse con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) la tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (3mg/L) y no existe sobre saturación.

Como tercer parámetro evaluado es la Temperatura teniendo en el punto 1 la T fue de 16°C, en el punto 2 la T fue 14.4°C, y para el punto 3 la fue 15.5°C, teniendo un valor promedio puntual de 15.3°C \pm 0.2. La Temperatura con el que tienen relación ya que a menor temperatura tendrá mayor OD y viceversa, según (Peña, 2007), la temperatura influye para que una cantidad de oxígeno pueda disolverse en el agua. En el agua caliente no se puede almacenar oxígeno a diferencia del agua fría.

El cuarto parámetro analizado fue la CE, para el punto 1 la CE fue 0.000328 mMhos/cm, en el punto 2 el CE fue 0.000458 mMhos/cm, para el punto 3 el CE fue 0.00048 mMhos/cm, teniendo un valor promedio de 0.0004 \pm 0.1. Este parámetro físico químico al compararse con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 4, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (7 mMhos/cm). La concentración de sales tiene una relación directa con la conductividad eléctrica del agua, cuya disociación genera iones capaces de transportar la corriente eléctrica (Castro y otros, 2018).

El quinto parámetro que se evaluó fue el de Coliformes Fecales, para el punto 1 el CF fue 240.0, en el punto 2 el CF fue 540.0 para el punto 3 el CF fue 240.0, teniendo un valor promedio de 340.0 \pm 100. Este parámetro biológico al compararse con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (1000 NMP/100ml). Según (Ramos, 2018) La presencia de bacterias coliformes es un indicador de que el agua puede estar contaminada con algún tipo de desecho.

El sexto parámetro analizado fue el metal pesado As, para el punto 1 el As 0.108471 mg/L, en el punto 2 el As 0.156255 mg/L, para el punto 3 el As 0.243166 mg/L, teniendo un valor promedio de 0,169297 \pm 0.1. Este parámetro especial al compararse con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, no cumple en los puntos 2 y 3 ya que no está dentro del rango establecido (0.1 mg/L). Sabiendo que el valor que más sobre sale es el punto 3 siendo 0.243166 mg/L, ya que se mantendría así exista cambio de época para la toma de muestras mientras que el punto 2 si variaría. Según (Padilla, 2021). El Arsénico es un metaloide muy tóxico que se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre, es un constituyente natural de ciertas rocas y formaciones minerales, a través del proceso de erosión,

desintegración justificando de este modo el porqué de su presencia en el río blanco ya que este pasa por una zona volcánica.

El séptimo parámetro evaluado fue el metal pesado Fe, para el punto 1 el Fe fue 0.60 mg/L, en el punto 2 el Fe fue 14.50 mg/L, para el punto 3 el Fe fue 11.49 mg/L, teniendo un valor promedio de 8.9 ± 0.2 . Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, no cumple en los puntos 2 y 3 ya que no está dentro del rango establecido (5.0 mg/L). El hierro y el manganeso son los metales más abundantes de la corteza terrestre y suelen encontrarse siempre asociados entre sí. Cuando se trata de origen natural en el agua subterránea existe mayor concentración de hierro y manganeso debido a actividad bacteriana (Yunga, 2017).

Finalmente se evaluó el metal pesado Mn, para el punto 1 el Mn 0.062 mg/L, en el punto 2 el Mn 0.288 mg/L, para el punto 3 el Mn 0,185 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.178 ± 0.006 . Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, no cumple en el punto 2 ya que no está dentro del rango establecido (0.2mg/L). De acuerdo a los parámetros analizados podemos determinar que los parámetros que no cumple dentro de los límites máximos permisibles según el Acuerdo Ministerial 097- A son el As con un valor de 0.2 mg/l, Fe 14.50 mg/l y Mn 0.3 mg/l en el punto 2 del río blanco, así como también el As con un valor de 0.2 mg/l y Fe 11.49 mg/l en el punto 3 del mismo río, debido a que este río proviene de un volcán y los metales pesados se encuentran de manera natural, así como también presencia de actividad agrícola con fertilizantes.

En la tabla 13, se presenta los resultados de todos los parámetros analizados en el Río Pumacunchi.

10.3. Análisis del río Pumacunchi

Tabla 13

Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio (Río Pumacunchi)

RESLTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (RÍO PUMACUNCHI)							
PUNTO 1	Unidad	Valor	Conversión		L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	163,845	0.163845 mg/l		0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	1,30			5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,059 ^(α)			0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	1100,0			1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	500	0.5 mMhos/cm		0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	167.1	0.01671 mg/l		3mg/l		
Temperatura	°C	10.5			a < temperatura + OD		
Ph	UpH	7.8			6 a 9		
PUNTO 2	Unidad	Valor			L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	109,109	0.109109 mg/l		0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	0,67			5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,043 ^(α)			0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	28000,0			1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	501	0.501 mMhos/cm		0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	165.9	0.01659 mg/l		3mg/l		
Temperatura	°C	11.5			a < temperatura + OD		
Ph	UpH	7.9			6 a 9		
PUNTO 3	Unidad	Valor			L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	110,891	0.110891 mg/l		0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	0,78			5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,171			0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	5400000,0			1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	571	0.571 mMhos/cm		0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	121.7	0.01217 mg/l		3mg/l		
Temperatura	°C	12.0			a < temperatura + OD		
Ph	UpH	5.8			6 a 9		

Nota. Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio Río Pumacunchi, por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2022.

Se procedió hacer un análisis de parámetro por parámetro empezando por, el parámetro pH, para el punto 1 el pH fue 7.8, en el punto 2 el pH fue 7.9, para el punto 3 el pH fue 5.8, teniendo un valor promedio de 7.1. Este parámetro físico químico al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) la tabla 3, en el punto 3 presentando un valor de 5.8 no cumple dentro de los límites permisibles (6 - 9). Según (Pineda, 2020). El pH se usa para especificar el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.

El segundo parámetro estimado fue el OD, para el punto 1 el OD fue 0.01671 mg/L, en el punto 2 el OD fue 0.01659 mg/L, para el punto 3 el OD fue 0.01217 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.0015. Este parámetro físico químico al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios

de la calidad del agua para uso agrícola) la tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (3mg/L) y no existe sobre saturación. Dentro de este tenemos el parámetro Temperatura con el que tienen relación ya que a menor temperatura tendrá mayor OD y viceversa según (Posada, 2013). Establece que el OD en las aguas limpias, no sujetas a demandas de OD, tiene concentraciones de equilibrio que dependen de la presión atmosférica y de la temperatura del agua.

El tercer parámetro evaluado fue la CE, para el punto 1 el CE fue 0.5 mMhos/cm, en el punto 2 el CE fue 0.501 mMhos/cm, para el punto 3 el CE fue 0.571 mMhos/cm, teniendo un valor promedio de 0.554 ± 0.2 . Este parámetro físico químico al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 4, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (0,7 milimhos/cm). Sabiendo que la CE del agua indica la elevación de concentración de sales o iones disueltos en el agua (Claude, 2017).

El cuarto parámetro analizado fue el Coliformes Fecales, para el punto 1 los CF fueron 1100.0, en el punto 2 los CF fueron 28000.0 para el punto 3 los CF fueron 5400000.0, teniendo un valor promedio de 1809700.000 ± 100 . Este parámetro biológico al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, no cumple en ninguno de los puntos ya que está no se encuentra dentro del rango establecido (1000 NMP/100ml). Según (Mora J. , 2010). Este mismo valor máximo se aplica para el riego de hortalizas y otros alimentos que se consumen crudos y actividades pecuarias, por lo que en este río no se cumple debido a la presencia de descargas directas de aguas servidas, así como también existencia de una curtiembre y actividad pecuaria.

El quinto parámetro evaluado fue el metal pesado As, para el punto 1 el As fue 0.163845 mg/L, en el punto 2 el As fue 0.109109 mg/L, para el punto 3 el As 0.110891 mg/L, teniendo un valor promedio de $0,128 \pm 0.1$. Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido. (0.1mg/L). Según (Padilla, 2021). El Arsénico es un metaloide muy tóxico que se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre; ocupa el vigésimo lugar entre los elementos más abundantes.

El sexto parámetro valorado fue el metal pesado Fe, para el punto 1 el Fe fue 0.30 mg/L, en el punto 2 el Fe fue 0.67 mg/L, para el punto 3 el Fe fue 0.78 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.58 ± 0.1 . Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en los todos puntos ya que está dentro del rango establecido (5.0mg/L).

El séptimo parámetro evaluado fue el metal pesado Mn, para el punto 1 el Mn fue 0.059 mg/L, en el punto 2 el Mn fue 0.043 mg/L, para el punto 3 el Mn fue 0,171 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.091 ± 0.5 . Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que no está dentro del rango establecido (0.2mg/L).

En la tabla 14 se presentará los resultados del análisis de los parámetros físico químicos, biológicos y especiales del río Illuchi.

10.4. Análisis del río Illuchi

Tabla 14

Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio (Rio Illuchi)

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (RÍO ILLUCHI)							
PUNTO 1	Unidad	Valor	Conversión		L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	1,140 ^(α)	0.00114 mg/l		0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	0,86			5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,044 ^(α)			0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	4.5			1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	71.3	0.0713 mMhos/cm		0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	16.9	0.00169 mg/l		3mg/l		
Temperatura	°C	12.5			a < temperatura + OD		
Ph	UpH	7.8			6 a 9		
PUNTO 2	Unidad	Valor			L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	0,246 ^(α)	0.000246 mg/l		0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	0,08 ^(α)			5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,015 ^(α)			0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	< 1.8			1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	93.0	0.093 mMhos/cm		0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	13.5	0.00135 mg/l		3mg/l		
Temperatura	°C	10.0			a < temperatura + OD		
Ph	UpH	5.9			6 a 9		
PUNTO 3	Unidad	Valor			L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	0,527 ^(α)	0.000527 mg/l		0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	0,97			5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,044 ^(α)			0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	4.0			1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	70.8	0.0708 mMhos/cm		0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	13.3	0.00133 mg/l		3mg/l		
Temperatura	°C	12.0			a < temperatura + OD		
Ph	UpH	8.1			6 a 9		

Nota. Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio Rio Illuchi, por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI),2022.

Se analizó parámetro a parámetro de manera homogénea comenzando por el parámetro pH, para el punto 1 el pH fue 7.8, en el punto 2 el pH fue 5.9, para el punto 3 el pH fue 8.1, teniendo un valor promedio de 8 ± 0.1 . Este parámetro físico químico al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) la tabla 3, no cumple en el punto 2 y que presenta un valor 5.9 por lo que no está de dentro de los límites permisibles (6 - 9), ya que su valor es menor que lo debido a que en el punto donde se tomó las muestras practican pesca ilegal utilizando una planta toxica llamado barbasco el mismo que provoca la alteración del pH. Según (Gozález, 2021), la mayor parte estos venenos producen un efecto de parálisis o entorpecimiento de los peces y luego la muerte, los pescadores se defienden diciendo que el efecto del veneno es transitorio y que la circulación del agua se normaliza poco a poco.

El segundo parámetro analizado fue el OD, para el punto 1 el OD fue 0.00169 mg/L, en el punto 2 el OD fue 0.00135 mg/L, para el punto 3 el OD fue 0.00133 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.001. Este parámetro físico químico al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) la tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (3mg/L) y no existe sobre saturación. Dicho parámetro tiene una relación muy estrecha con la temperatura ya que según (Rodriguez F. , 2016) dice que al tener a temperatura elevada, la concentración de oxígeno debería ser mucho menor.

El tercer parámetro evaluado fue la CE, para el punto 1 la CE fue 0.0713 mMhos/cm, en el punto 2 la CE fue 0.093 mMhos/cm, para el punto 3 la CE fue 0.0708 mMhos/cm, teniendo un valor promedio de 0.078 ± 0.1 . Este parámetro físico químico al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 4, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (0,7 milimhos/cm).

El cuarto parámetro valorado fue los Coliformes Fecales, para el punto 1 el CF fue 4 .5, en el punto 2 el CF < 1.8 para el punto 3 el CF 4.0, teniendo un valor promedio de 4.2 ± 0.1 . Este parámetro biológico al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (0,7 milimhos/cm).

El quinto parámetro analizado fue el metal pesado As, para el punto 1 el As fue 0.00114 mg/L, en el punto 2 el As fue 0.000527 mg/L, para el punto 3 el As fue 0.002288 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.001. Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (0.1mg/L).

El sexto parámetro valorado fue el metal pesado Fe, para el punto 1 el Fe fue 0.86 mg/L, en el punto 2 el Fe fue 0.08 mg/L, para el punto 3 el Fe fue 0.97 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.87 ± 0.5 . Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (5.0 mg/L).

Finalmente se analizó el parámetro metal pesado Mn, para el punto 1 el Mn fue 0.044 mg/L, en el punto 2 el Mn 0.015 mg/L, para el punto 3 el Mn 0,044 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.034 ± 0.1 . Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (0,2 mg/L). De acuerdo a los parámetros analizados podemos determinar que el parámetro que no cumple dentro de los límites máximos permisibles según el Acuerdo Ministerial 097- A es el pH en el punto 2 del río Illuchi, el cual tiene un valor de 5.9 UpH.

En la tabla 15 se mostrará los resultados de los parámetros analizados en el río Calope.

10.5. Análisis del río Calope

Tabla 15

Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio (Rio Calope)

RESLTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (RÍO CALOPE)							
PUNTO 1	Unidad	Valor	Conversión		L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	1,557 ^(α)	0.001557 mg/l		0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	0,02 ^(α)			5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,013 ^(α)			0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	11.0			1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	767.6	0.7676 mMhos/cm		0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	14.3	0.00143 mg/l		3mg/l		
Temperatura	°C	26.0			a < temperatura + OD		
Ph	UpH	9.1			6 a 9		
PUNTO 2	Unidad	Valor			L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	1,273 ^(α)	0.001273 mg/l		0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	1,26			5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,031 ^(α)			0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	23.0			1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	128.6	0.1286 mMhos/cm		0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	14.9	0.00149 mg/l		3mg/l		
Temperatura	°C	24.5			a < temperatura + OD		
Ph	UpH	8.3			6 a 9		
PUNTO 3	Unidad	Valor			L- max ps (097A)	Cumple	No Cumple
Arsénico	ug/L	3,885 ^(α)	0.003885 mg/l		0,1 mg/l		
Hierro	mg/L	2.35			5,0 mg/l		
Manganeso	mg/L	0,020 ^(α)			0,2 mg/l		
Coliformes Fecales	NMP/100ML	70.0			1000 NMP/100ml		
Conductividad	uS/cm	115.6	0.1156 mMhos/cm		0,7 milimhos/cm		
Oxígeno disuelto	% OD	15.7	0.00157 mg/l		3mg/l		
Temperatura	°C	27.0			a < temperatura + OD		
Ph	UpH	8.9			6 a 9		

Nota. Diagnóstico de la calidad de agua resultados de análisis del laboratorio Rio Calope, por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI),2022.

Debido a la naturaleza homogénea de los puntos, se tomó como punto de referencia analizar parámetro por parámetro cada cambio dado en el análisis de calidad de agua.

El primer parámetro evaluado fue el pH, para el punto 1 el pH fue 9.1, en el punto 2 el pH fue 8.3, para el punto 3 el pH fue 8.9, teniendo un valor promedio de 8.8 ± 0.2 . Este parámetro físico químico al compararlo con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) la tabla 3, cumple dentro de los límites permisibles todos los puntos, ya que su valor se encuentra dentro de los límites permisibles (6 - 9).

El segundo parámetro analizado fue el OD, para el punto 1 el OD fue 0.00143 mg/L, en el punto 2 el OD 0.00149 mg/L, para el punto 3 el OD 0.00157 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.001. Este parámetro físico químico al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) la tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (3mg/L) y no existe sobre saturación. Dentro de este tenemos el parámetro Temperatura con el que tiene una estrecha relación, ya que a menor temperatura tendrá mayor OD y viceversa.

El tercer parámetro valorado fue la CE, para el punto 1 la CE fue 0.7676 mMhos/cm, en el punto 2 la CE fue 0.1286 mMhos/cm, para el punto 3 la CE fue 0.1156 mMhos/cm, teniendo un valor promedio de 0.337 ± 0.1 . Este parámetro físico químico al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 4, no cumple en el punto 1 presentando un valor de 0.7676 mMhos/cm, y no está dentro del rango establecido (0,7 milimhos/cm). Esto se debe a que en el lugar de toma de muestra existe una hidroeléctrica por ende el valor de CE varia. Según (Yunga, 2017), cuando la conductividad se eleva significa que el agua contiene material ionizante, e aniones y cationes es decir una energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas o partículas

El cuarto parámetro evaluado fue los Coliformes Fecales, para el punto 1 los CF 11.0 en el punto 2 los CF 23.0 para el punto 3 los CF 70.0, teniendo un valor promedio de 34.6 ± 10.0 . Este parámetro biológico al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (1000 NMP/100ml).

El quinto parámetro analizado fue el metal pesado As, para el punto 1 el As fue 0.001557 mg/L, en el punto 2 el As fue 0.001273 mg/L, para el punto 3 el As fue 0.003885 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.002. Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (0.1mg/L).

El sexto parámetro evaluado fue el metal pesado Fe, para el punto 1 el Fe fue 0.02 mg/L, en el punto 2 el Fe fue 1.26 mg/L, para el punto 3 el Fe fue 2.35 mg/L, teniendo un valor promedio de 1.21. Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido (5.0mg/L).

Finalmente, analizado el metal pesado Mn, para el punto 1 el Mn fue 0.013 mg/L, en el punto 2 el Mn fue 0.031 mg/L, para el punto 3 el Mn fue 0,022 mg/L, teniendo un valor promedio de 0.022. Este parámetro especial al comparar con el acuerdo ministerial 097 A (criterios de la calidad del agua para uso agrícola) tabla 3, cumple en todos los puntos ya que está dentro del rango establecido. Determinando de este modo que en este río el único parámetro que no cumple al comparar con la normativa vigente exclusiva para agua de uso agrícola la CE en el punto 1. (Campoblanco & Gomero, 2017)

10.6. Análisis índice canadiense de calidad de agua (WQI Canadian)

Después de obtenerlos resultados en un campo y de laboratorio, se procedió a calcular el índice de calidad de agua canadiense. El cual sugiere conformar una tabla de 8 parámetros para realizar la estimación de calidad de agua, se utilizó la fórmula uno, dos y tres para estimar el alcance, frecuencia y la amplitud de la calidad de agua.

Cálculo de índice de calidad de agua del RÍO CUTUCHI

F1 (alcance):

$$F1 = \frac{\# \text{ de variables fuera de rango}}{\# \text{ total de parámetros}} * 100$$

$$F1 = \frac{1}{8} * 100$$

$$F1 = 12.5$$

F2 (frecuencia):

$$F2 = \frac{\# \text{ de datos fuera de rangos}}{\# \text{ total de datos}} * 100$$

$$F2 = \frac{1}{24} * 100$$

$$F2 = 4.17$$

F3 (Amplitud):

$$\text{Excursión} = \left(\frac{\text{Valor excedido del rango}}{\text{Rango}} \right) - 1$$

Realizar por cada valor excedido

$$\text{Excursión} = \left(\frac{6}{5.6}\right) - 1$$

$$\text{Excursión} = 0.07$$

La Suma Normalizada de Excedentes (nse):

$$\text{nse} = \frac{\sum \text{excursión}}{\text{Total de Datos}}$$

$$\text{nse} = \frac{0.07}{24}$$

$$\text{nse} = 0.0029$$

Para luego calcular F3

$$F3 = \frac{\text{nse}}{0.01(\text{nse}) + 0.01}$$

$$F3 = \frac{0.0029}{0.01(0.0029) + 0.01}$$

$$F3 = 0.29$$

(WQI) Índice canadiense de calidad de agua

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^3}}{1.732} \right)$$

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{(12.5)^2 + (4.17)^2 + (0.29)^2}}{1.732} \right)$$

$$CCME_{WQI} = 92.39$$

Cálculo de índice de calidad de agua del RÍO BLANCO

F1 (alcance):

$$F1 = \frac{\# \text{ de variables fuera de rango}}{\# \text{ total de parámetros}} * 100$$

$$F1 = \frac{3}{8} * 100$$

$$F1 = 37.5$$

F2 (frecuencia):

$$F2 = \frac{\# \text{ de datos fuera de rangos}}{\# \text{ total de datos}} * 100$$

$$F2 = \frac{5}{24} * 100$$

$$F2 = 20.83$$

F3 (Amplitud):

$$\text{Excursión} = \left(\frac{\text{Valor excedido del rango}}{\text{Rango}} \right) - 1$$

Realizar por cada valor excedido

$$\text{Excursión} = \left(\frac{0.2}{0.1} \right) - 1$$

$$\text{Excursión} = 1$$

$$\text{Excursión} = \left(\frac{14.50}{5.0} \right) - 1$$

$$\text{Excursión} = 1.9$$

$$\text{Excursión} = \left(\frac{0.3}{0.2} \right) - 1$$

$$\text{Excursión} = 0.5$$

$$\text{Excursión} = \left(\frac{0.2}{0.1} \right) - 1$$

$$\text{Excursión} = 1$$

$$\text{Excursión} = \left(\frac{11.49}{5.0} \right) - 1$$

$$\text{Excursión} = 1.30$$

La Suma Normalizada de Excedentes (nse):

$$nse = \frac{\sum \text{excursión}}{\text{Total de Datos}}$$

$$nse = \frac{(1 + 1.9 + 0.5 + 1 + 1.30)}{24}$$

$$nse = 0.24$$

Para luego calcular F3

$$F3 = \frac{nse}{0.01(nse) + 0.01}$$

$$F3 = \frac{0.24}{0.01(0.24) + 0.01}$$

$$F3 = 19.36$$

(WQI) Índice canadiense de calidad de agua

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^3}}{1.732} \right)$$

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{(37.5)^2 + (20.83)^2 + (19.36)^2}}{1.732} \right)$$

$$CCME_{WQI} = 72.83$$

Cálculo de Índice de calidad de agua del RÍO PUMACUNCHI

F1 (alcance):

$$F1 = \frac{\# \text{ de variables fuera de rango}}{\# \text{ total de parámetros}} * 100$$

$$F1 = \frac{3}{8} * 100$$

$$F1 = 37.5$$

F2 (frecuencia):

$$F2 = \frac{\# \text{ de datos fuera de rangos}}{\# \text{ total de datos}} * 100$$

$$F2 = \frac{5}{24} * 100$$

$$F2 = 20.83$$

F3 (Amplitud):

$$\mathbf{Excursión} = \left(\frac{\text{Valor excedido del rango}}{\text{Rango}} \right) - 1$$

Realizar por cada valor excedido

$$\mathbf{Excursión} = \left(\frac{0.2}{0.1} \right) - 1$$

$$\mathbf{Excursión} = 1$$

$$\mathbf{Excursión} = \left(\frac{1100.0}{1000} \right) - 1$$

$$\mathbf{Excursión} = 0.1$$

$$\mathbf{Excursión} = \left(\frac{28000.0}{1000} \right) - 1$$

$$\mathbf{Excursión} = 27$$

$$\mathbf{Excursión} = \left(\frac{5400000.0}{1000} \right) - 1$$

$$\mathbf{Excursión} = 5399$$

$$\mathbf{Excursión} = \left(\frac{6}{5.8} \right) - 1$$

$$\mathbf{Excursión} = 0.034$$

La Suma Normalizada de Excedentes (nse):

$$\mathbf{nse} = \frac{\sum \text{excursión}}{\text{Total de Datos}}$$

$$\mathbf{nse} = \frac{(1 + 0.1 + 27 + 5399 + 0.034)}{24}$$

$$\mathbf{nse} = 226.13$$

Para luego calcular F3

$$\mathbf{F3} = \frac{\mathbf{nse}}{0.01(\mathbf{nse}) + 0.01}$$

$$\mathbf{F3} = \frac{226.13}{0.01(226.13) + 0.01}$$

$$\mathbf{F3} = 99.55$$

(WQI) Índice canadiense de calidad de agua

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^3}}{1.732} \right)$$

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{(37.5)^2 + (20.83)^2 + (99.55)^2}}{1.732} \right)$$

$$CCME_{WQI} = \mathbf{37.41}$$

Cálculo de Índice de calidad de agua del RÍO ILLUCHI

F1 (alcance):

$$F1 = \frac{\# \text{ de variables fuera de rango}}{\# \text{ total de parámetros}} * 100$$

$$F1 = \frac{1}{8} * 100$$

$$F1 = 12.5$$

F2 (frecuencia):

$$F2 = \frac{\# \text{ de datos fuera de rangos}}{\# \text{ total de datos}} * 100$$

$$F2 = \frac{1}{24} * 100$$

$$F2 = 4.17$$

F3 (Amplitud):

$$Excursión = \left(\frac{\text{Valor excedido del rango}}{\text{Rango}} \right) - 1$$

Realizar por cada valor excedido

$$Excursión = \left(\frac{6}{5.9} \right) - 1$$

$$Excursión = 0.02$$

La Suma Normalizada de Excedentes (nse):

$$nse = \frac{\sum \text{excursión}}{\text{Total de Datos}}$$

$$nse = \frac{0.02}{24}$$

$$nse = 0.00083$$

Para luego calcular F3

$$F3 = \frac{nse}{0.01(nse) + 0.01}$$

$$F3 = \frac{0.00083}{0.01(0.00083) + 0.01}$$

$$F3 = 0.083$$

(WQI) Índice canadiense de calidad de agua

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^3}}{1.732} \right)$$

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{(12.5)^2 + (4.17)^2 + (0.083)^2}}{1.732} \right)$$

$$CCME_{WQI} = 92.39$$

Cálculo de índice de calidad de agua del RÍO CALOPE

F1 (alcance):

$$F1 = \frac{\# \text{ de variables fuera de rango}}{\# \text{ total de parámetros}} * 100$$

$$F1 = \frac{1}{8} * 100$$

$$F1 = 12.5$$

F2 (frecuencia):

$$F2 = \frac{\# \text{ de datos fuera de rangos}}{\# \text{ total de datos}} * 100$$

$$F2 = \frac{1}{24} * 100$$

$$F2 = 4.17$$

F3 (Amplitud):

$$\text{Excursión} = \left(\frac{\text{Valor excedido del rango}}{\text{Rango}} \right) - 1$$

Realizar por cada valor excedido

$$\text{Excursión} = \left(\frac{0.8}{0.7} \right) - 1$$

$$\text{Excursión} = 0.14$$

La Suma Normalizada de Excedentes (nse):

$$\text{nse} = \frac{\sum \text{excursión}}{\text{Total de Datos}}$$

$$\text{nse} = \frac{0.14}{24}$$

$$\text{nse} = 0.0058$$

Para luego calcular F3

$$\mathbf{F3} = \frac{\text{nse}}{0.01(\text{nse}) + 0.01}$$

$$\mathbf{F3} = \frac{0.0058}{0.01(0.0058) + 0.01}$$

$$\mathbf{F3} = 0.58$$

(WQI) Índice canadiense de calidad de agua

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{F^2 + F2^2 + F3^3}}{1.732} \right)$$

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\frac{\sqrt{(12.5)^2 + (4.17)^2 + (0.58)^2}}{1.732} \right)$$

$$CCME_{WQI} = 92.39$$

Una vez calculado el Índice CCME- WQI, y teniendo sus resultados se procede a compararlos con, Tabla 9 WQI que corresponde a los criterios de calidad de agua y tabla 4 se los presenta a continuación en la tabla 16.

Tabla 16

Índices de calidad de agua presentados por cada punto de muestreo y comparados con el acuerdo ministerial 097- A

Estaciones de muestreo	(F1) Alcance	(F2) Frecuencia	(F3) Amplitud	CCME-WQI
Río Cutuchi	12,5	4,17	0,29	92,39
Río Blanco	37,5	20,83	19,36	72,83
Río Pumacunchi	37,5	20,83	99,55	37,41
Río Illuchi	12,5	4,17	0,083	92,39
Río Calope	12,5	4,17	0,58	92,39
CCME-WQI PROMEDIO				77,482

Nota. Promedio total, la tabla indica los índices de calidad de agua presentados por cada punto de muestreo y comparados con el acuerdo ministerial 097- A.

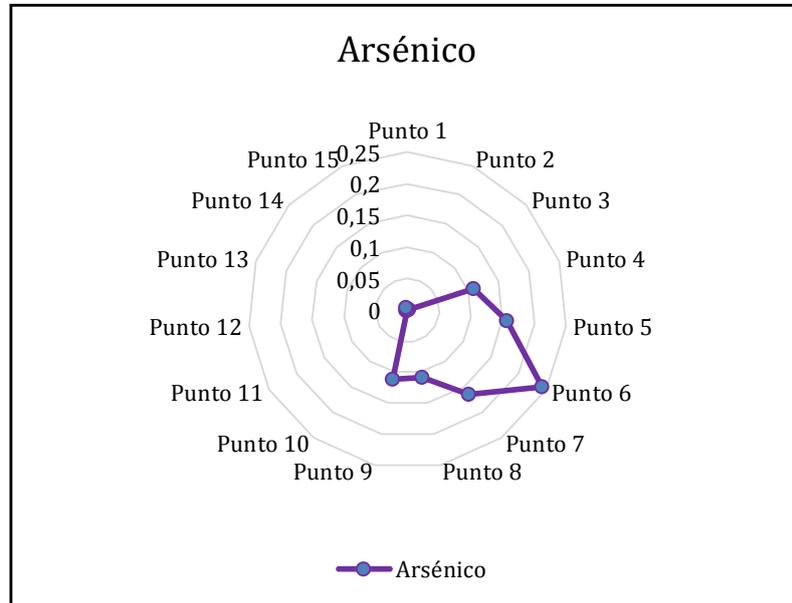
Con base a los resultados obtenidos, mediante el cálculo del *WQI* se pudo determinar que en el Río Cutuchi, Illuchi y Calope están en el rango de agua con **buena calidad**, a diferencia del Río Pumacunchi y Río Blanco, los cuales poseen un grado de contaminación moderado, teniendo una **calidad de agua mala** debido a presencia de materia orgánica en descomposición, descargas directas de agua servidas, presencia de curtiembre, uso de fertilizantes, ganadería, y que los ríos atraviesan por una zona volcánica.

10.7. Diagrama Amebas (Radial)

Las gráficas realizadas a través del diagrama de amebas permitieron estimar la relación que existe entre los puntos de muestreo y los parámetros analizados. Este tipo de diagrama identifica claramente valores fuera de rango de los diferentes parámetros analizados y plantea posibles valores promedio de manejo y estabilidad de cada punto de muestreo. A continuación, en las figuras de 9 - 17 se muestra los resultados de cada parámetro analizado.

Figura 9

*Análisis de metales pesados por cada punto de muestreo
(Concentración de Arsénico)*

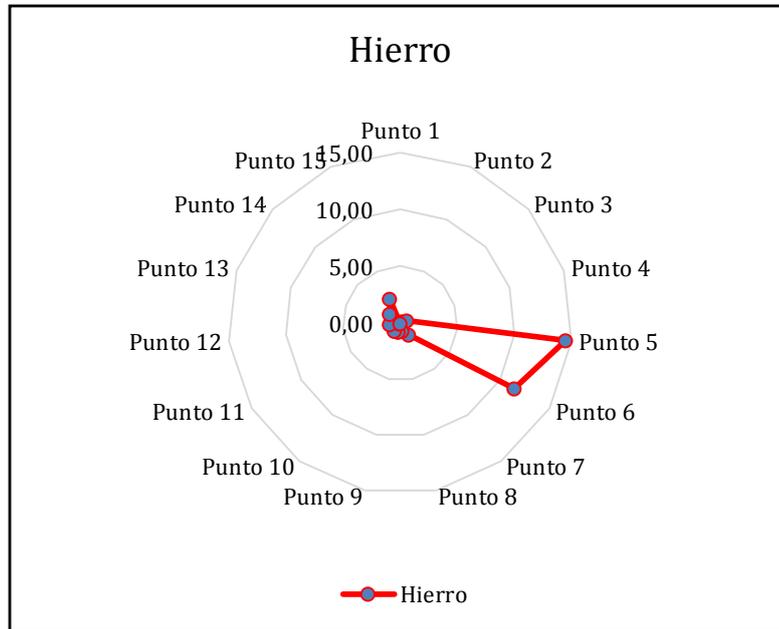


Nota. En la gráfica se muestra el diagrama en donde se puede apreciar la correlación de los puntos analizados de la concentración de Arsénico.

En la figura número 9 se evidencia que el punto 6 correspondiente al Río Blanco, tiene mayor incidencia de arsénico en el afluente con una concentración de (0.243166) mg/L superando al límite permisible (0.1 mg/L) establecida en la tabla 4 Acuerdo Ministerial 097 A (Límites máximos permisibles de criterios de agua para riego), mientras que en los demás puntos tienen una concentración homogénea.

Figura 10

Resultado de metales pesados (Concentración de Hierro)

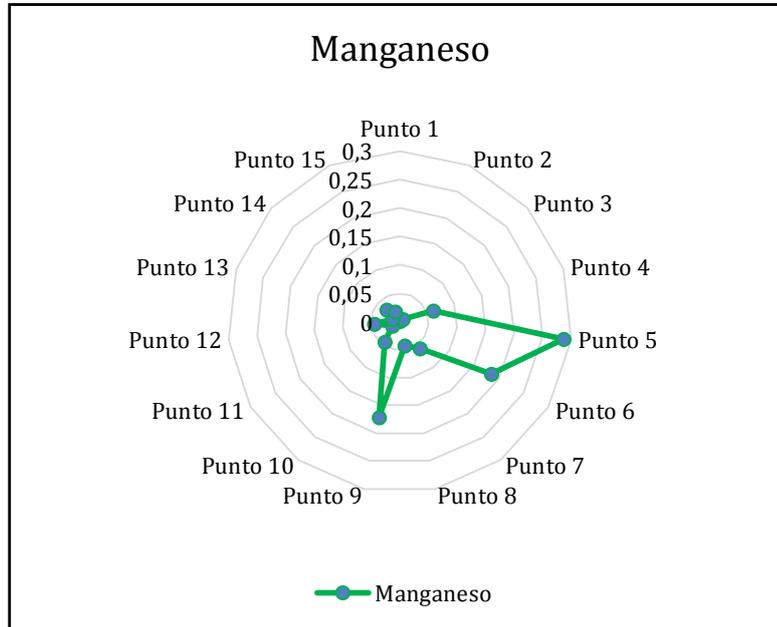


Nota. En la gráfica se plasma la correlación entre todos los puntos metal pesado Hierro.

De acuerdo al análisis de los resultados el gráfico indica que la mayoría de puntos tienen un valor neutro u homogéneo a diferencia del punto 5 y punto 6 ubicados en Río Blanco que presentan mayor concentración de dicho metal teniendo valores en el P5 (14,5) mg/L y P6 (11,49) mg/L que comparándose con la tabla 4, Acuerdo Ministerial 097 A (Límites máximos permisibles de criterios de agua para riego), los valores sobrepasan el límite permisible (5mg/L).

Figura 11

Resultado de metales pesados (concentración de Manganeso)

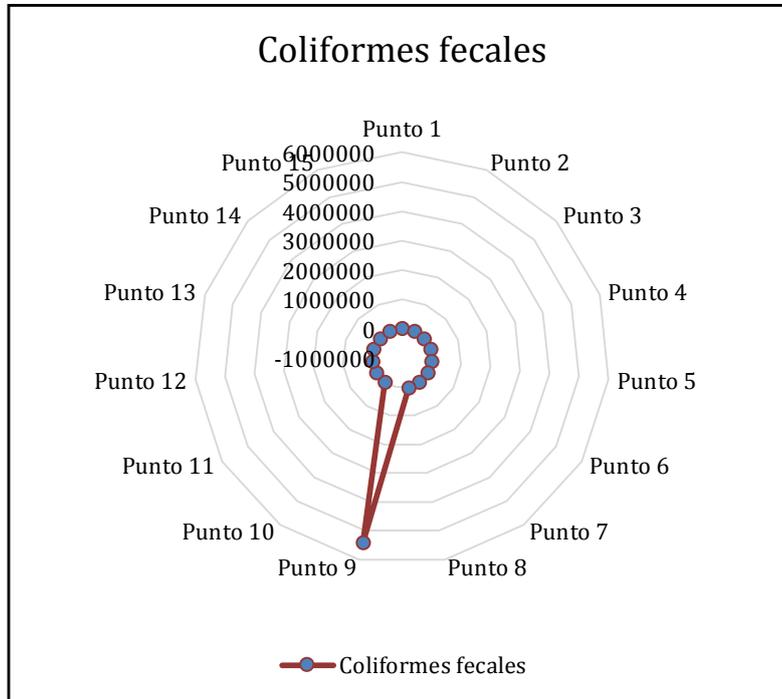


Nota. En la gráfica se puede evidenciar los resultados que sobresalen en la correlación del metal pesado Manganeso.

En cuestión a la concentración de manganeso existe mayor correlación entre los puntos 5 (0,288) mg/L y 6 (0,185) mg/L correspondientes al Río Blanco y el punto 9 (0,110891) mg/L correspondiente al río Pumacunchi de manera que indica que estos puntos contienen mayor concentración de manganeso a diferencia de los demás puntos de muestreo que tienen valores homogéneos.

Figura 12

Resultado de parámetros biológicos (concentración de Coliformes fecales)

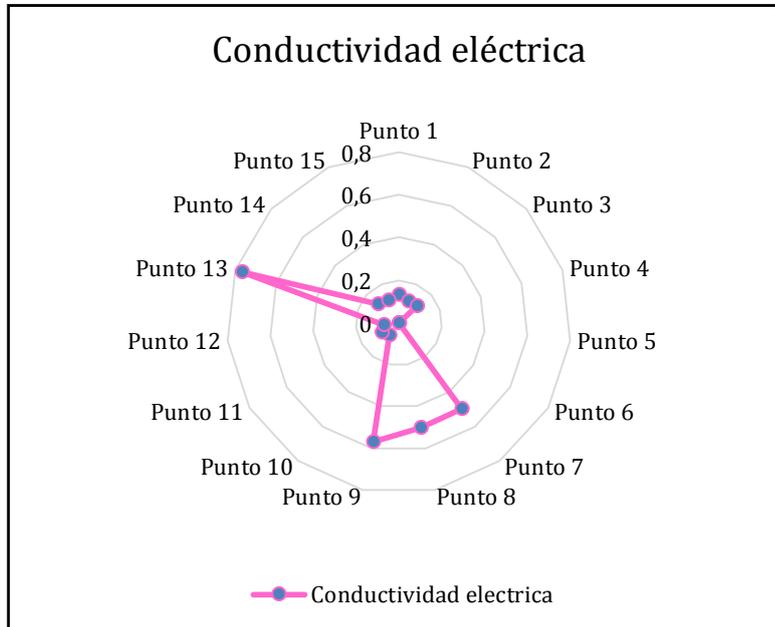


Nota. En el gráfico se presenta los puntos de mayor concentración del parámetro biológico Coliformes fecales.

En el punto de 9 el índice de coliformes totales es de (5400000,0) NMP/100ML correspondiente al Río Pumacunchi por lo que se puede evidenciar que contiene mayor existencia de coliformes fecales esto se debe que en este rio presenta directas de aguas servidas por lo que indica que excede al límite máximo permitido, en cuanto a los puntos restantes existe homogeneidad.

Figura 13

Resultado del parámetro (Conductividad eléctrica)

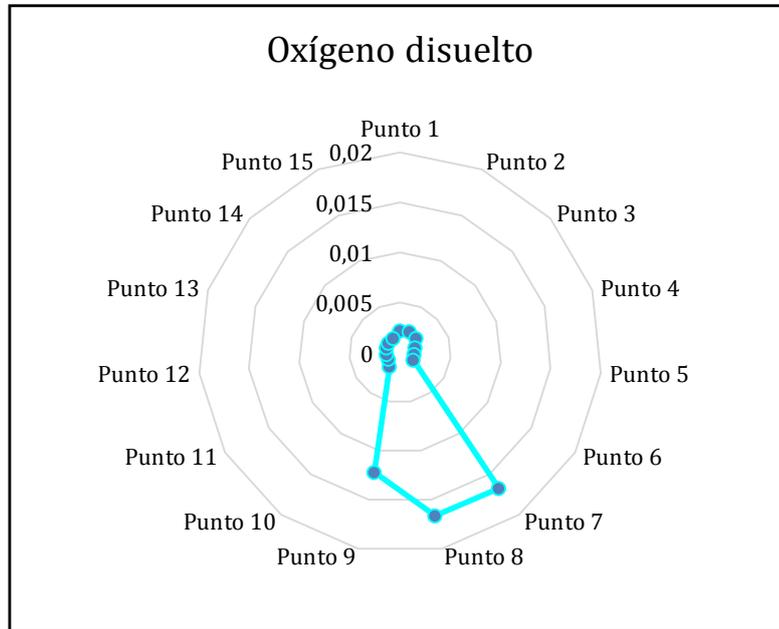


En el gráfico se muestra la correlación de los puntos analizados del parámetro Conductividad Eléctrica.

El parámetro de conductividad eléctrica indica que en la mayoría de los puntos de muestreos analizados presenta valores neutros, mientras que en los puntos 7, 8 y punto 9 tiene una conductividad eléctrica homogénea, a diferencia del punto 13 perteneciente al Río Calope que su valor (0,7676) milimhos/cm excede el límite máximo permisible esto debido a que en el punto de muestreo está ubicado una hidroeléctrica lo que produce energía ionizante que eleva el valor de CE.

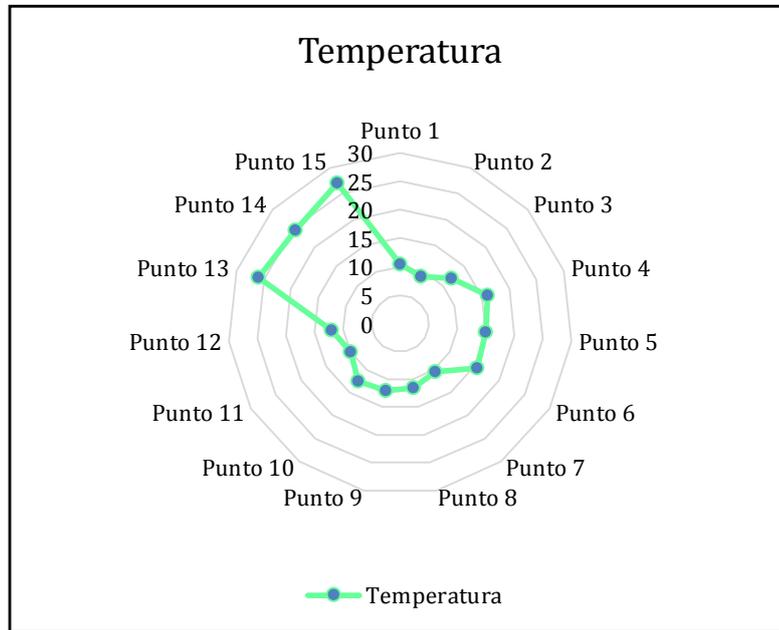
Figura 14

Resultado del parámetro (Oxígeno disuelto)



Nota. En la gráfica se muestra la correlación existente entre los puntos analizados sobre el parámetro de OD.

El parámetro oxígeno disuelto es importante para la calidad de agua de riego agrícola, en la gráfica se puede observar que todos los puntos de muestreo tienen un resultado homogéneo, sin embargo hay que considerar que los puntos 7, (0,01671) mg/L, 8 (0,01659) mg/L y 9 (0,01217) mg/L pertenecientes al río Pumacunchi, tienen mayores oxígenos disueltos. Esto se debe a la incidencia de la temperatura ya que están estrechamente relacionados y a mayor temperatura menor oxígeno disuelto y a menor temperatura mayor oxígeno disuelto.

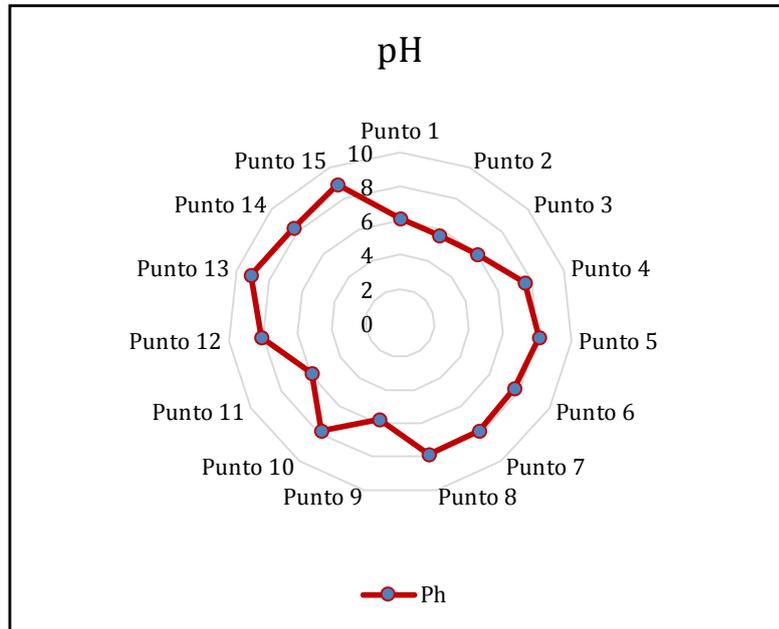
Figura 15*Resultado del parámetro (Temperatura)*

Nota. En la gráfica 15 se establece los valores del parámetro temperatura.

El parámetro temperatura se puede corroborar que todos los puntos analizados tienen valores homogéneos a diferencia de los puntos 13, 14 y 15 que son más elevados ya que las muestras se tomaron en una zona tropical perteneciente a la provincia.

Figura 16

Resultado del parámetro (pH)

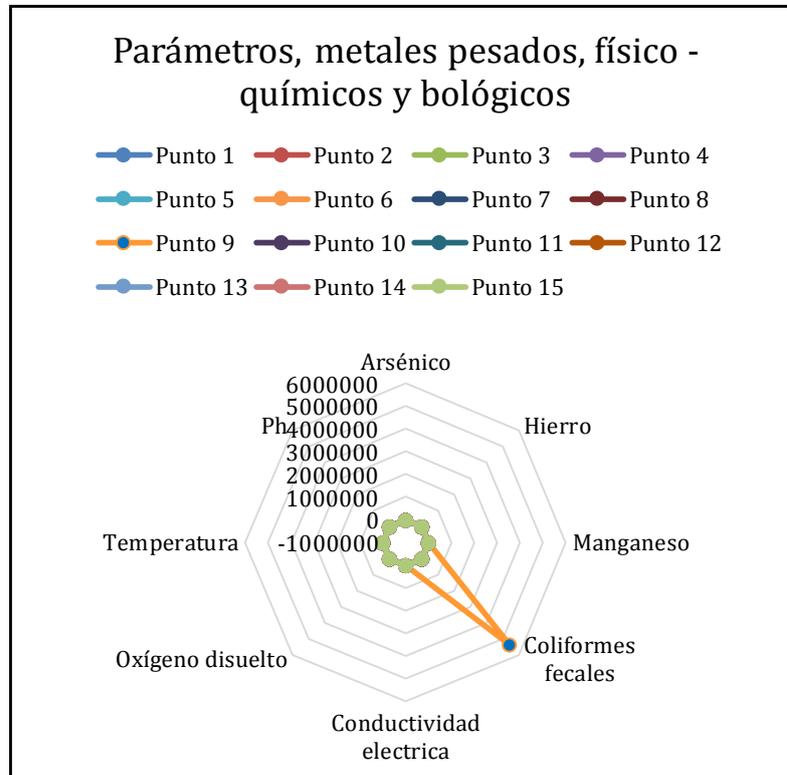


Nota. En la gráfica se presenta los resultados del parámetro pH y su relación entre todos los puntos de muestreo.

En la figura se puede observar que una vez realizado el análisis del pH, estos parámetros muestran la correlación en todos los puntos considerando a todos los puntos de muestreo como homogéneos.

Figura 17

Resultado general de Parámetros, metales pesados, físico - químicos y biológicos



Nota. En la gráfica se presenta un análisis general de la correlación existente entre todos los parámetros analizados por cada punto.

En la gráfica general de los parámetros tanto físico químicos, biológicos y especiales se pudo evidenciar que el parámetro que sobre y se debe poner mayor atención por presentar una concentración elevada es coliformes fecales, principalmente en el Río Pumacunchi, punto 3 con un valor de 5400000 NMP/100ML debiendo buscar una pronta solución, mientras que los demás parámetros analizados tienen similitud de correlación.

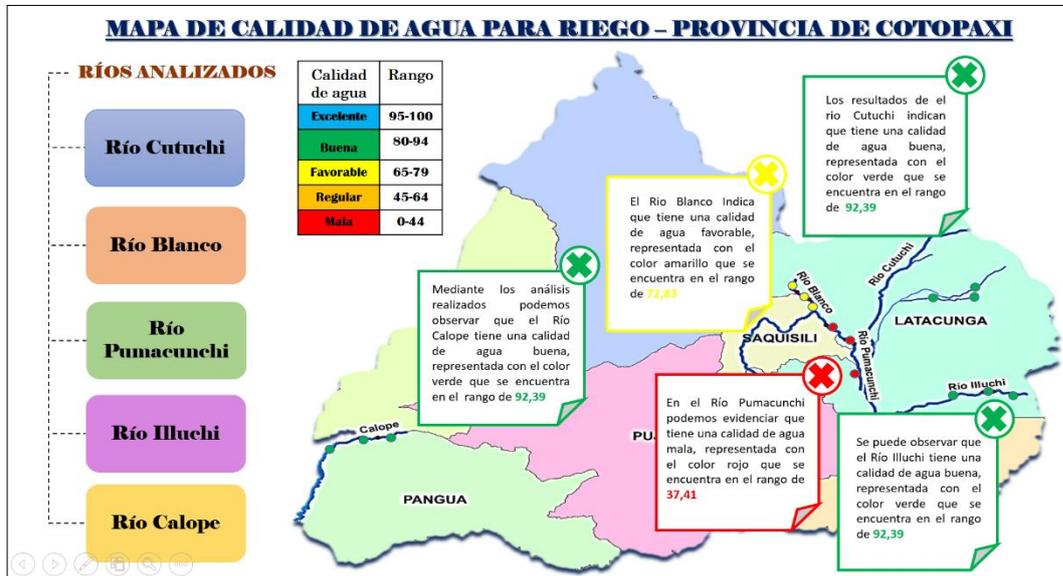
10.8. Diseño del mapa interactivo

Para la creación del mapa interactivo fue necesario tener como información base de shapes este archivo contiene datos espaciales de provincias, cantones, parroquias y ríos del Ecuador facilitando así el diseño del mapa con las capas necesarias dentro de la provincia de Cotopaxi, posteriormente para el desarrollo del modelo del mapa se utilizó herramientas tecnológicas.

En la figura 18 se puede apreciar el mapa interactivo con los resultados obtenidos de la calidad de agua por cada río analizado de la provincia de Cotopaxi.

Figura 18

Mapa Interactivo



Nota. En la imagen 18 se puede observar el análisis de calidad de agua que tiene río de estudio. Por medio del mapa interactivo se pudo indicar los valores de índice de calidad de agua que tiene cada río analizado, detallando la calidad de agua para uso agrícola y a la vez el valor existente en cada punto de muestreo. Para los puntos seleccionados los resultados del Río Cutuchi indican que tiene una **calidad de agua buena**, representada con el color verde teniendo un valor de **92.39**. El Río Blanco indica que tiene una **calidad de agua favorable**, representada con el color amarillo teniendo un valor de **72.83**. En el Río Pumacunchi podemos evidenciar que tiene una **calidad de agua mala**, representada con el color rojo teniendo un valor de **37.41**. Mientras que en el Río Illuchi Se puede observar una **calidad de agua buena**, representada con el color verde teniendo un valor de **92.39**. Y finalmente mediante los análisis realizados podemos observar que el Río Calope tiene una **calidad de agua buena**, representada con el color verde teniendo un valor de **92.39**.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Ambiental

Existen impactos negativos en cuanto a ciertos ríos del proyecto de investigación especialmente en el afluente Pumacunchi pues durante las vistas *in situ* se pudo verificar y observar que ha sufrido intervenciones de contaminación antrópica ya que en lo que corresponde a los tres

puntos de muestreo existe incidencia de basura y con más frecuencia en el punto 3 correspondiente al cantón Saquisilí evidenciando malos olores, descargas directas y la existencia de una curtiembre. Por otro lado, el río Blanco también ha sufrido intervenciones antrópicas pues durante todo el trayecto de los tres puntos de muestreo se ha corroborado la presencia de basura, malos olores y materia orgánica en descomposición. El análisis realizado del presente proyecto de investigación permite dar a conocer a todas las comunidades aledañas y a las autoridades que los afluentes mencionados anteriormente se encuentran en un estado de contaminación mala para el río Pumacunchi y regular para el río Blanco.

Social

En cuanto al aspecto social los análisis de estudio han sido verificados como un impacto positivo ya que se determinó el rango de calidad de agua que posee cada uno de los cinco ríos de estudio el cual servirá para que las personas tengan el conocimiento de las comunidades aledañas de las fuentes de agua, También proporcionará a las autoridades información que pueden utilizar para tomar las medidas de seguridad adecuadas y mantener la conservación de los afluentes.

Económico

Una vez identificada la calidad de agua de los 5 ríos analizados se puede realizar mejoras de calidad del agua de riego, así las personas podrán disponer de este recurso para sus diferentes actividades agrícolas y de consumo, sin el riesgo de contraer enfermedades por productos con altas concentraciones de Arsénico, Hierro, Manganeso y en especial la existencia de coliformes fecales mejorando así el comercio e ingresos dentro de la provincia, aportando con el crecimiento económico del país y mejorado su calidad de vida.

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 17 Presupuesto empleado para la realización del presente proyecto investigación.

RECURSOS	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO \$	VALOR TOTAL \$
HUMANOS	2	Personas (Autores y Tutor)	20.00	320.00
OFICINA	1	Libreta de Campo	1.25	1.25
	2	Esferos	0.60	1.20
	1	Resma A4	3.50	3.50
	1	Cinta de etiquetado	1.00	1.00
	1	Tijeras	0.50	0.50
	1	Paquete de fundas ZipLoc	2.50	2.50
	30	Guantes de Látex	0.50	15.00
	15 frascos de 100ml	Frascos de muestras	0.35	5.25
TOMA DE MUESTRAS	32	Mascarillas Kn-95	0.60	19.20
	5 botellas	Agua Destilada	0.95	4.75
	1	Multiparametro	10.00	50.00
	1	Peachímetro	18.00	18.00
ANÁLISIS DE LABORATORIO INAMHI	1	Muestras de laboratorio INAMHI kits (Río Cutuchi)	579.50	579.50
	1	Muestras de laboratorio INAMHI kits (Río Blanco)	579.50	579.50
	1	Muestras de laboratorio INAMHI kits (Río Pumacunchi)	579.50	579.50
	1	Muestras de laboratorio INAMHI kits (Río Iluchi)	579.50	579.50
	1	Muestras de laboratorio INAMHI kits (Río Calope)	579.50	579.50
OTROS	2	Transporte	40.00	200.00
	2	Alimentación	65.00	65.00
SUBTOTAL				
10% GASTOS IMPREVISTOS				
TOTAL				3,604.65

13.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Al evaluar el índice de calidad de agua destinada para el uso de riego agrícola y comparar con el Acuerdo Ministerial 097 A, ANEXO 1, TABLA 3 y 4 de criterio de calidad de agua se determinó que un río de los 5 analizados presenta agua de mala calidad.
- Una vez identificados los valores de los parámetros analizados se estableció la correlación entre la concentración de metales pesados versus los parámetros físico químicos y biológicos dándonos como resultado general que el parámetro de mayor incidencia y excedente de gran importancia es coliformes fecales.
- Se elaboró el mapa interactivo en donde se caracterizó las categorías de calidad de agua y los valores de los resultados respectivos de cada río analizado perteneciente a la provincia de Cotopaxi.
- Al finalizar el análisis de resultados se pudo determinar que el Río Blanco tiene un índice de calidad de agua favorable presentando un valor de 72.83 por lo que se considera que el agua de este río si es factible para riego agrícola siempre y cuando tenga un previo tratamiento.
- Se observó que Río Pumacunchi tiene un índice de calidad de agua bajo que, en relación a la tabla establecida en el CCMEWQI, presentando un valor de 37. por lo que se considera que el agua de este río se encuentra en mala calidad y no sería apta uso de riego agrícola debido a que tiene una alta concentración de contaminantes biológicos y especiales (metales pesados).
- Se identificó que a diferencia de los dos ríos antes expuestos el Río Cutuchi, Río Illichí y Río Calope tiene un índice de calidad de agua bueno estando en el rango de 92,39 siendo un fluido apto para uso agrícola.

14. RECOMENDACIONES

- Es necesario que se realice periódicamente un monitoreo considerando las condiciones climáticas de las aguas de los ríos con el fin de conocer las variaciones de los parámetros examinados.
- Se sugiere continuar con la investigación del proyecto con el propósito de buscar alternativas de solución para la descontaminación de las aguas, a través de las autoridades GADs Municipales en calidad de ente controlador y regulador el cual deberían encargarse y hacer cumplir con lo establecido en las normativas legales ya que es muy necesario para el bienestar del riego agrícola y del Medio Ambiente.
- Impulsar a la comunidad y autoridades vigentes a participar en labores para la conservación de los recursos hídricos, ya que las comunidades aledañas deben conocer el impacto que sus acciones tienen sobre la calidad de los ríos y tomar medidas para disminuir los efectos negativos causados principalmente de manera antrópica.
- Con base en los resultados obtenidos y sus respectivos análisis, existe la necesidad de controlar la contaminación con altas concentraciones de coliformes fecales, lo que se puede lograr implementando un programa educativo sobre buenas prácticas agrícolas y ganaderas en cooperación con las comunidades locales, así también mantener la conciencia sobre los cambios y usos del suelo.

15. BIBLIOGRAFIA

- Aconsa, F. (12 de Febrero de 2021). *Metales pesados en el agua potable*. Obtenido de <https://aconsa-lab.com/metales-pesados-en-el-agua-potable/pdf>
- Afanador, J. G. (28 de Julio de 2017). *pH en agua por Electrometría*. Obtenido de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/pH+en+agua+por+Electrometr%C3%ADa.pdf/ec53b64e-91eb-44c1-befe-41fcfccdff1>
- Albin, R. (2017). Determinación del PH en diversas especies de los renovales de la Provincia de Valdivia. *Biblioteca digital*, 1(1), 3. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/20380>
- Arbor, A. (12 de Septiembre de 2010). *Índices de calidad (ICAs) y de contaminación (ICOs) del agua de importancia mundial*. Obtenido de https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_10/recursos/general/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo3.pdf
- Arias, J., & Rodríguez, C. (12 de Abril de 2019). *Índices de Calidad de Agua, en el ordenamiento del Recurso Hídrico en Colombia*. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/aperezn,+RevistaCyS2018-02-40-46.pdf>
- Aveiga, A. M., Noles, P., Peñarrieta, F., & Murgueitio, E. (2020). Distribución de Arsénico en agua superficial y sedimento en la cuenca del río Carrizal Manabi-Ecuador. *Rev Soc Quím Perú, Scielo*, 86(3), 1-16. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v86n3/2309-8740-rsqp-86-03-260.pdf>
- Balmaseda, C., & García, Y. (2014). Índice Canadiense de Calidad de las Aguas. *Scielo*, 23(3), 11-16. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v23n3/rcta02314.pdf>
- Baquerizo, M., Acuña, M., & Solis, M. (2019). Contaminación de los ríos: caso río Guayas y sus afluentes. *Revista de investigación científica Manglar*, 16(1), 66-77. Obtenido de <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/118/241>
- Bernal, J. J., Gómez, & Hernández, M. d. (2015). Calidad del agua para riego en la agricultura protegida. *Redalyc*, 19(1), 39-50. Obtenido de Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750924004.pdf>

- Bolaños, J. D. (2015). Calidad de aguas superficiales: estudio de la quebrada Estero, ubicada en el cantón de San Ramón, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual, Dialnet*, 15(25), 1-16. Obtenido de Revista Pensamiento Actual, Dialnet: <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-CalidadDeAguasSuperciales-5821477.pdf>
- Caho, C., & López, E. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + Limpia, Scielo*, 2(2), 35-49. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v12n2/1909-0455-pml-12-02-00035.pdf>
- Caicedo, L., Valverde, L., & Lima, L. (2017). Evaluación de impactos ambientales por acción antrópica en la Cuenca del Río Súa. *Artículo Científico*, 3(0), 89-99. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-EvaluacionDeImpactosAmbientalesPorAccionAntropicaE-6093284.pdf>
- Calao, C. R., & Marrugo, J. L. (2015). Efectos genotóxicos asociados a metales pesados en una población humana de la región de La Mojana. *Revista del Instituto Nacional Biomédica, redalyc.org*, 35(2), 139-151. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84340725015>
- Campoblanco, D. H., & Gomero, J. T. (12 de Junio de 2017). *Importancia de los Ríos en el Entorno Ambiental*. Obtenido de Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Geología y Ciencias Geográficas: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v03_n5/imp_rios.htm
- Castro, Y., Zuñiga, L., & Alvarado, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Tecnología en Marcha, Scielo*, 31(1), 35-46. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v31n1/0379-3982-tem-31-01-35.pdf>
- Chávez, C. (15 de Septiembre de 2011). *Detección de metales pesados en agua*. Obtenido de <https://inaoe.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1009/671/1/ChavezVC.pdf>
- Claude, B. (23 de Octubre de 2017). *Conductividad eléctrica del agua*. Obtenido de Responsibility: [https://www.globalseafood.org/advocate/conductividad-electrica-del-agua-parte-2/#:~:text=La%20conductividad%20el%C3%A9ctrica%20del%20agua,concentraci%C3%B3n%20i%C3%B3nica%20total\)%20del%20agua](https://www.globalseafood.org/advocate/conductividad-electrica-del-agua-parte-2/#:~:text=La%20conductividad%20el%C3%A9ctrica%20del%20agua,concentraci%C3%B3n%20i%C3%B3nica%20total)%20del%20agua)

- Clavijo, P., Gallegos, D., & Muñoz, C. (2022). Diatomeas epilíticas asociadas a la calidad de agua del río Illuchi, Latacunga, Ecuador. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, *Dialnet*, 5(0), 1-16. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-DiatomeasEpilíticasAsociadasALaCalidadDeAguaDelRio-8426230.pdf>
- Córdoba, M. A., Del Coto, V. F., & Basualdo, Á. M. (2010). Agua y salud humana. *Revista Química Viva*, *redalyc.org*, 9(3), 105-119. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86315692002.pdf>
- Cusiche, L., & Miranda, G. (2019). Contaminación por aguas residuales e indicadores de calidad 'Lago Junín', Perú. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *Dialnet*, 10(6), 1-15. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-ContaminacionPorAguasResidualesEIndicadoresDeCalid-7108554.pdf>
- Damián, M. A. (2011). *Importancia de la calidad del agua y su manejo*. Obtenido de https://ucienegam.mx/wp-content/uploads/2017/08-Doc/Servicios%20Escolares/Alumnos/Optativas-Febrero/Importancia_de_la_calidad_del_agua_y_su_manejo.pdf
- De la Mora, C., Saucedo, R., González, I., Gómez, S., & Flores, H. (2018). Efecto de la temperatura del agua sobre la constante de velocidad de reacción de los contaminantes en un humedal construido para el tratamiento de aguas residuales porcícolas. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias*, *Scielo*, 11(2), 1-17. Obtenido de Efecto de la temperatura del agua sobre la constante de velocidad de reacción de los contaminantes en un humedal construido para el tratamiento de aguas residuales porcícolas: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v11s2/2448-6698-rmcp-11-s2-1.pdf>
- Delgado, W. (2015). Gestión y valor económico del recurso hídrico. *Revista Finanzas y Política Económica*, *redalyc.org*, 7(2), 279-298. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3235/323540781003.pdf>
- Dimas, J., Garza, M., & Treviño, D. (2015). Índice de la calidad del agua y metales pesados del cauce aguas blancas del municipio de Acapulco Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *redalyc.org*, 1(0), 113-118. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263139243016>

- Duran, G. (2020). Habitar ante la cotidianidad de la contaminación del agua. *Antipoda. Revista de Antropología y Arqueología*, *redalyc.org*, 0(0), 2-24. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/814/81464332002/81464332002.pdf>
- Fernández, A. (2013). El agua como recurso esencial. *Química Viva*, *redalyc.org*, 11(3), 147-170. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- Fernández, M. T. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, *Redalyc.org*, 51(2), 70-73. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223154251011.pdf>
- Gozález, L. (2021). *Manejo, usos y significados, del barbasco del pueblo muinane de la comunidad del Kilometro Siete, municipio de Leticia (Amazonas)*. Obtenido de *Historias y Culturas Amazónicas*: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79595/19215355.2021.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Guaman, S., & Mendez, D. (24 de Octubre de 2017). *Determinacion de hierro y manganeso a nivel de las redes de distribución y en agua procedente de las captaciones de la planta de agua potable EMAPAL (Uchupucún, Azogues)*. Obtenido de Facultad de Ciencias Químicas: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28395/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Guanquiza, L., & Antúnez, A. (2019). La contaminación ambiental en los acuíferos de Ecuador. Necesidad de su reversión desde las políticas públicas con enfoque bioético. *portal amelica.org*, 5(9), 1-50. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3941756001/>
- Guillen, J., Jaramillo, A., Baquerizo, R., & Córdova, R. (2021). Estudio de los procesos de remoción de hierro y manganeso en aguas subterráneas: una revisión. *Polo del Conocimiento, Dialnet*, 6(9), 1384-1407. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-EstudioDeLosProcesosDeRemocionDeHierroYManganesoEn-8094613.pdf>
- Guitierrez, C. (Julio de 2010). *La contaminación del río Cutuchi*. Obtenido de Universidad Técnica Particular de Loja:

<https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/10203/1/Tesis%20Carlos%20Gutierrez%20Al.pdf>

- Gutiérrez, A., & Ibañez, Y. (21 de Enero de 2020). “*Eficiencia de Vaina de Phaseolus vulgaris Y cáscara de Citrus sinensis en la bioadsorción de arsénico del agua del río Moche*”. Obtenido de Facultad de Ingeniería: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23817/Guti%c3%a9rrez%20de%20la%20Cruz%20Annie%20Jocelyn%20-%20Iba%c3%bllez%20Arteaga%20Yanela%20Rosibel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ilbay, M., Albarrasín, P., & García, V. (2020). Determinación de los caudales ecológicos en el río Cutuchi, Ecuador. *Revista Bases de la Ciencia*, 5(2), 33-52. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/2401-Art%C3%ADculo-8709-4-10-20200922.pdf>
- Isch, E. (16 de Abril de 2011). *Contaminación de las aguas políticas para enfrentarla*. Obtenido de Foros de los recursos Hídricos, Cameron.org: <https://www.camaren.org/documents/contaminacion.pdf>
- Japac. (20 de Junio de 2016). *Cómo afecta el pH al agua*. Obtenido de Japac Agua y Salud para todos: <https://japac.gob.mx/2016/06/20/descubre-como-afecta-el-ph-al-agua/#:~:text=Un%20alto%20o%20bajo%20pH,haciendo%20que%20las%20poblaciones%20declinen>.
- Jimenez, E. (2011). *Provincia de Cotopaxi*. Obtenido de Guía de bienes culturales Ecuador provincia de Cotopaxi: <https://downloads.arqueo-ecuatoriana.ec/ayhpwxgv/noticias/publicaciones/INPC-X-GuiaCotopaxi.pdf>
- Lavie, E. (2014). Aplicación de índices integradores de calidad hídrica al piedemonte andino Argentino. *Tecnología y Ciencias del Agua, Scielo*, 4(4), 23-37. Obtenido de <https://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v5n4/v5n4a2.pdf>
- Lillo, J. (2019). *Peligros geoquímicos: arsénico de origen natural en las aguas*. Obtenido de Grupo de Estudios de Minería y Medioambiente : <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Peligros%20geoqu%C3%ADmicos%20del%20ars%C3%A9nico%20-%20Javier%20Lillo.pdf>

- Litter, M. I. (31 de Julio de 2018). *Arsénico en agua*. Obtenido de Red de Seguridad Alimentaria, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas: <https://rsa.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2018/08/Informe-Arsenico-en-agua-RSA.pdf>
- Londoño, L. F., & Muñoz, F. G. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal . *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Scielo, 14(2)*, 145-153. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a17.pdf>
- Maldonado, J. M. (2019). Ciudades y la Contaminación Ambiental. *Revista de Ingeniería, redalyc.org, 3(0)*, 66-71. Obtenido de Revista de Ingeniería, redalyc.org: <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121015710002.pdf>
- Mancilla, R., Ortega, M., & Ayala, C. (2012). Metales pesados totales y arsénico en el agua para riego de Puebla y Veracruz, México. *Revista internacional de contaminación ambiental, Scielo, 28(1)*, 1-5. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992012000100004
- Marcos, B., & Anze, R. (20 de Febrero de 2018). *Uso del agua del reservorio en labores agropecuarias*. Obtenido de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_reservorios.pdf
- Márquez, G. (2015). Contaminación por metales pesados en los sedimentos de los ríos Tímina y Hatibonico, Camaguey, Cuba. *Revista Cubana de Química, redalyc.org, 17(3)*, 59-67. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443543687019>
- Meza, O. (2022). *Evaluación de la remoción del Manganeso de aguas superficiales*. Obtenido de Universidad del Norte: <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/10954/25998947.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Índice de Calidad del Agua General "ICA"*. Obtenido de Servicio Nacional de Estudios Territoriales : <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>
- Montenegro, R. (20 de Agosto de 2013). *Metales Pesados y su Impacto en la Calidad de Agua*. Obtenido de Universidad Técnica Estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2340/1/T-UTEQ-0023.pdf>

- Mora, D., & Mata, A. V. (23 de Mayo de 2018). “*Conceptos básicos de aguas para consumo humano y disposición de aguas residuales*”. Obtenido de Documentación, Laboratorio Nacional de aguas: <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Conceptos%20b%C3%A1sicos%20de%20aguas%20para%20consumo%20humano%20y%20disposici%C3%B3n%20de%20aguas%20residuales.pdf>
- Mora, J. (2010). Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osa. *Dialnet*, 20(0), 34-40. Obtenido de <file:///C:/Users/Administrador/Downloads/Dialnet-EstadoActualDeContaminacionConColiformesFecalesDeL-4835746.pdf>
- Nordberg, G. (03 de Mayo de 2018). *Metales Propiedades Químicas y Toxicidad*. Obtenido de Enciclopedia de salud y seguridad de trabajo: <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+63.+Metales+propiedades+qu%C3%ADmicas+y+toxicidad>
- Núñez, H. (2021). Efecto de la temperatura sobre el consumo de oxígeno disuelto. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 10(2), 1-11. Obtenido de <http://portal.amelica.org/ameli/journal/228/2282279001/2282279001.pdf>
- Pabón, S. E., Benítez, R., Sarria, R. A., & Gallo, J. A. (2021). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. *Entre Ciencia e Ingeniería*, Scielo, 14(27), 9-18. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672020000100009
- Padilla, C. (2021). Intoxicación por arsénico. *Medicina legal de Costa Rica*, Scielo, 38(2), 1-5. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152021000300004
- Peña, E. (26 de Junio de 2007). *Calidad de Agua*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6162/5/Investigacion.pdf>
- Pineda, D. (2020). Enseñanza del concepto de pH desde la perspectiva del pensamiento científico: una revisión sistemática exploratoria. *Revista Pensamiento y Acción*, 0(30), 4-14. Obtenido de file:///C:/Users/ASUS/Downloads/jgonzalezsanabria,+Articulo_3_OK.pdf

- Posada, E. (2013). Establecimiento de Índices de Calidad Ambiental de ríos con bases en el comportamiento del Oxígeno Disuelto y de la Temperatura. aplicación al caso del río Medellín, en el valle de aburrá en Colombia. *Dyna rev.fac.nac.minas, Scielo*, 80(138), 1-7. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0012-73532013000500021
- Ramirez, A., & Arango, C. (2020). El Hierro en la Naturaleza. *Anales de la Real Academia de Doctores*, 5(0), 331-341. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672020000100009
- Ramos, L. M. (2018). Análisis de la Contaminación Microbiológica. *Acta biol, Scielo*, 13(3), 78-89. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a7.pdf>
- Rebolledo, S. (23 de Marzo de 2017). *Conductividad Eléctrica y Salinidad*. Obtenido de Redagícola: <https://www.redagricola.com/cl/conductividad-electrica-salinidad/#:~:text=La%20salinidad%20de%20un%20suelo,composici%C3%B3n%20de%20las%20sales%20disueltas>.
- Reinoso, D. (2016). “*Evaluación de cepas bacterianas resistentes a metales pesados en la zona del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato con potencial biorremediador*”. Obtenido de Repositorio.uta.edu.ec.: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24432/1/Tesis-143%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20448.pdf>
- Rodriguez, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. *Medisan, redalyc.org*, 21(2), 2-15. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=368454498012>
- Rodriguez, F. (2016). *Efecto de la temperatura, concentración de oxígeno y tipo de sustrato en la distribución de Corbicula largillierii en la cuenca del Río Suquía, Córdoba, Argentina*. Obtenido de Facultad de Ciencias Exactas , Físicas Naturales: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/6441/Tesina%20Floren%20Rodriguez.pdf?sequence=1>
- Sierra, C. (2011). *Calidad del agua evaluación y diagnostico*. Medellín, Colombia: Eciciones de la U. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=2fAYEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA33&dq=calidad+del+agua&ots=cd->

QMI3N7r&sig=Z08PEqWZw1R55WJTGBr8We3UA2Q#v=onepage&q=calidad%20del%20agua&f=false

- Torres, P., Cruz, C., & Patiño, P. (05 de Octubre de 2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Scielo, 0(0)*, 16. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>
- Urgiles, A., & Viñansaca, A. (18 de Noviembre de 2016). “Evaluación de la calidad microbiológica del agua en la planta de potabilización emapal-ep en la comunidad de Zhindilig”. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25992/1/TESIS.pdf>
- Valcarcel, L., & Macías, N. (21 de Abril de 2019). *El Índice de Calidad de Agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos*. Obtenido de Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente: <https://cmad.ama.cu/index.php/cmاد/article/view/141/416>
- Valencia, C. (2020). *Química del Hierro y Manganeso en el agua, Métodos de remoción*. Obtenido de Facultad de Ingeniería: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/754/1/ti881.pdf>
- Velásquez, J. (2017). Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. *Dialnet, 8(1)*, 151-167. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6285716>
- Villena, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Simposio: Agua, saneamiento y salud, Scielo, 35(2)*. Obtenido de <https://www.scielosp.org/article/rpmesp/2018.v35n2/304-308/es/>
- Yané, S. (22 de Febrero de 2018). *Evaluación de la contaminación del agua mediante parámetros físico químicos en las desembocaduras de los principales afluentes y efluente del lago San Pablo, Provincia de Imbabura*. Obtenido de Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiente: <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/15142/1/T-UCE-0012-067-2018.pdf>

Yunga, M. (7 de Marzo de 2017). *"Evaluación de la calidad de agua de los sectores Corazón de María y Zhirincay de la Junta Administradora de agua potable Regional Bayas del Cantón Azogues"*. Obtenido de Facultad de Ciencias Químicas: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27128/1/TESIS%20PDF..pdf>

16. ANEXOS

16.1. ANEXO I HOJAS DE VIDA

HOJA DE VIDA

I. DATOS PERSONALES

NOMBRES: Geovanna Maritza

APELLIDOS: Iza López

LUGAR DE NACIMIENTO: Quito- Ecuador

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1722928718

FECHA DE NACIMIENTO: 20 de enero de 1994

EDAD: 28

ESTADO CIVIL: Soltera

DIRECCION: Av. Mariscal Sucre, Barrio Reino de Quito, Pedro Sabio

CELULAR: 0983717489

E-MAIL: geovanna.iza8718@utc.edu.ec



II. DATOS DE INSTRUCCIÓN

ESTUDIOS PRIMARIOS

“Escuela Fiscal Reina Silvia de Suecia”

ESTUDIOS SECUNDARIOS

“Colegio Particular Juan León Mera”

TITULOS: Bachiller Técnico en Hotelería y Turismo

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS

Universidad Técnica de Cotopaxi (2019-2023)

Título: Cursando el Octavo Ciclo de la Carrera de Ingeniería Ambiental

Suficiencia en el idioma inglés, en la Universidad Técnica de Cotopaxi U.T.C

HOJA DE VIDA

I. DATOS PERSONALES

NOMBRES: Mery Liliana

APELLIDOS: Yauli Espin

LUGAR DE NACIMIENTO: Latacunga - Ecuador

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0504066770

FECHA DE NACIMIENTO: 6 de Julio de 1995

EDAD: 26

ESTADO CIVIL: Soltera

DIRECCION: Miraflores Alto Pasaje Alma

CELULAR: 0983211402

E-MAIL: mery.yauli6770@utc.edu.ec



II. DATOS DE INSTRUCCIÓN

ESTUDIOS PRIMARIOS

“Primaria Luis Fernando Vivero”

ESTUDIOS SECUNDARIOS

“Colegio Nacional Primero de Abril”

Títulos: Físico Matemático

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS

Universidad Técnica de Cotopaxi (2019-2023)

Título: Cursando el Octavo Ciclo de la Carrera de Ingeniería Ambiental

Suficiencia en el idioma inglés, en la Universidad Técnica de Cotopaxi U.T.C

16.2. ANEXO II MUESTREO

RÍO CUTUCHI

Figura 19. Punto de Muestreo 1 R Cu



Figura 20. Punto de Muestreo 2 R Cu



Figura 21. Punto de Muestreo 3 R Cu



RÍO BLANCO

Figura 22. Punto de Muestreo 1 R B



Figura 23. Punto de Muestreo 2 R B



Figura 24. Punto de Muestreo 3 R B



RÍO PUMACUNCHI

Figura 25. Punto de Muestreo 1 R P



Figura 26. Punto de Muestreo 2 R P



Figura 27. Punto de Muestreo 3 R P



RÍO ILLUCHI

Figura 28. Punto de Muestreo 1 R I



Figura 29. Punto de Muestreo 2 R I



Figura 30. Punto de Muestreo 3 R I



RÍO CALOPE

Figura 31. Punto de Muestreo 1 R Ca



Figura 32. Punto de Muestreo 2 R Ca



Figura 33. Punto de Muestreo 3 R Ca



PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

Figura 34. Materiales



Figura 35. Medición de Conductividad eléctrica



Figura 36. Medición de Oxígeno disuelto



Figura 37. Medición de Temperatura y pH



Figura 38. Toma de muestras de metales pesados y coliformes fecales



Figura 39. Conservación de metales pesados



Figura 40. Conservación de Coliformes fecales



Figura 41. Etiquetado de muestras



Figura 42. Análisis de muestras



16.3. ANEXO III RESULTADOS DE LABORATORIO

Resultados de las concentraciones en el agua parámetro especiales y biológicos. Laboratorio INAMHI.



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-451
Pág. 1 de 3

USUARIO:	Geovanna Iza			
PERSONA DE CONTACTO:	Geovanna Iza			
DIRECCIÓN:	Latacunga, San Isidro Labrador-Pasaje Alma			
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	NR	0983717489	Email:	geovanna.iza8718@utc.edu.ec
MÉTODO DE MUESTREO:	NR			
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	14/11/2022	09H30	OT:	22-139
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS: Núñez de Vela N36-15 y Corea			
FECHA DE ANÁLISIS:	14/11/2022	a	17/11/2022	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	25/11/2022			

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-22-451	Agua Natural	Cuenca alta punto 1	Cotopaxí Cara-Sur Bocatoma, Río Cutuchi	13/11/2022	12H46	17M779636 9916966
Observaciones / Condición de recepción de la muestra						
NA						

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 15-005"

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.

El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).

Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.

El Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos, LANCAS no realizará declaraciones de conformidad e interpretación de resultados con una especificación o norma, por lo que no se establecerá la regla de decisión.

NR: No Reporta

NA: No Aplica

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio





INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-451

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B Modificado	ug/L	2,152 ^(a)
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,00 ^(a)
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,003 ^(a)
Coliformes fecales	PEMI02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1 Modificado	NMP/100 ml	<1.8

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

^(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio





Laboratorio Nacional de Calidad de
Aguas y Sedimentos

INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-452

Pág. 1 de 3

USUARIO:	Geovanna Iza			
PERSONA DE CONTACTO:	Geovanna Iza			
DIRECCIÓN:	Latacunga, San Isidro Labrador-Pasaje Alma			
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	NR	0983717489	Email:	geovanna.iza8718@utc.edu.ec
MÉTODO DE MUESTREO:	NR			
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	14/11/2022	09H30	OT:	22-139
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS: Núñez de Vela N36-15 y Corea			
FECHA DE ANÁLISIS:	14/11/2022	a	17/11/2022	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	25/11/2022			

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-22-452	Agua Natural	Cuenca Media punto 2	Cotopaxi Cara-Sur Sector El purgatorio, Río Cutuchi	13/11/2022	13H59	17M779849 9918323
Observaciones / Condición de recepción de la muestra						
NA						

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 15-005"

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.

El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).

Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.

El Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos, LANCAS no realizará declaraciones de conformidad e interpretación de resultados con una especificación o norma, por lo que no se establecerá la regla de decisión.

NR: No Reporta

NA: No Aplica

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio





Laboratorio Nacional de Calidad de
Aguas y Sedimentos

INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-452

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B Modificado	ug/L	1,759 ^(a)
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,00 ^(a)
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,002 ^(a)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1 Modificado	NMP/100 ml	<1.8

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

^(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio


INAMHI
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
**LABORATORIO NACIONAL
DE CALIDAD DE AGUA
Y SEDIMENTOS - LANCAS**



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

Nº 22-452
Pág. 3 de 3

MATRIZ	ENSAYO	INTERVALO DE TRABAJO	FACTOR DE COBERTURA	VALORES DE INCERTIDUMBRE							
				NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7	
Agua Natural, Residual y De consumo	Arsénico	(5,488-210,677) ug/L	k=2	6,468 ug/L ± 22,015 %	8,665 ug/L ± 17,520 %	9,417 ug/L ± 14,500 %	51,508 ug/L ± 6,888 %	93,887 ug/L ± 6,635 %	210,877 ug/L ± 4,235 %		
	Nitritos	(1,07-71,18) mg/L	k=2	1,07 mg/L ± 24,84 %	5,67 mg/L ± 4,54 %	10,44 mg/L ± 2,68 %	71,18 mg/L ± 1,34 %				
	Nitritos	(0,243-4,939) mg/L	k=2	0,243 mg/L ± 15,75 %	0,423 mg/L ± 7,478 %	1,945 mg/L ± 1,880 %	4,939 mg/L ± 1,820 %				
	Cobre	(0,483-2,991) mg/L	k=2	0,483 mg/L ± 16,417 %	0,714 mg/L ± 10,212 %	0,954 mg/L ± 8,099 %	1,488 mg/L ± 5,819 %	2,991 mg/L ± 4,194 %			
	Color Aparente	(44-479) Pt-Co	k=2	44Pt-Co ± 21 %	130Pt-Co ± 13 %	252Pt-Co ± 5 %	327Pt-Co ± 4 %	479Pt-Co ± 7 %			
	Color Real	(44-445) Pt-Co	k=2	44Pt-Co ± 20 %	119Pt-Co ± 11 %	254Pt-Co ± 5 %	330Pt-Co ± 5 %	445Pt-Co ± 5 %			
	TPH	(0,82-152,23) mg/L	k=2	0,82 mg/L ± 24,91 %	1,83 mg/L ± 9,85 %	3,12 mg/L ± 9,85 %	4,34 mg/L ± 16,96 %	15,23 mg/L ± 5,03 %	152,23 mg/L ± 4,28 %		
	Fluoruros	(0,50-1,40) mg/L	k=2	0,50 mg/L ± 27,92 %	0,80 mg/L ± 15,14 %	1,40 mg/L ± 3,09 %					
	Turbidez	(0,96-989,33) NTU	k=2	0,96 NTU ± 14,88 %	30,94 NTU ± 6,11 %	120,20 NTU ± 6,41 %	307,95 NTU ± 3,42 %	628,35 NTU ± 2,92 %	989,33 NTU ± 2,10 %		
	Cloro Libre Residual	(0,07-3,8) mg/L	k=2	0,07 mg/L ± 39,39 %	0,54 mg/L ± 12,24 %	0,80 mg/L ± 4,40 %					
Agua Natural, Residual	pH	(5,88-8,96) UspH	k=2	5,88 UspH ± 2,05 %	6,96 UspH ± 1,92 %	8,02 UspH ± 0,35 %	8,96 UspH ± 0,31 %	0,96 mg/L ± 11,5 %	2,86 mg/L ± 7,9 %	3,8 mg/L ± 6,8 %	
	Conductividad	(7,3-8655,6) uS/cm	k=2	7,3 uS/cm ± 4,3 %	26,2 uS/cm ± 5,6 %	113,0 uS/cm ± 4,5 %	1104,5 uS/cm ± 0,7 %	2992,5 uS/cm ± 1,3 %	6655,6 uS/cm ± 3,0 %		
	Fósforo Total	(0,542-4,816) mg/L	k=2	0,542 mg/L ± 22,647 %	3,085 mg/L ± 7,000 %	4,610 mg/L ± 5,207 %					
	Cloruros	(5,94-1098,09) mg/L	k=2	5,94 mg/L ± 9,84 %	60,20 mg/L ± 1,57 %	124,77 mg/L ± 1,32 %	289,42 mg/L ± 0,69 %	1069,06 mg/L ± 1,83 %			
	Dureza Total	(10,82-752,55) mg/L	k=2	10,82 mg/L ± 9,84 %	41,50 mg/L ± 2,34 %	285,81 mg/L ± 2,19 %	527,50 mg/L ± 0,71 %	752,55 mg/L ± 0,74 %			
	Dureza Cálcica	(6,82-525,48) mg/L	k=2	6,82 mg/L ± 11,19 %	37,22 mg/L ± 2,71 %	101,09 mg/L ± 1,12 %	207,66 mg/L ± 1,23 %	525,48 mg/L ± 0,81 %			
	Alcalinidad Total	(17,38-609,58) mg/L	k=2	17,38 mg/L ± 11,06 %	69,50 mg/L ± 1,79 %						
	Nitrógeno Amomiacal	(5,10-1,34) mg/L	k=2	0,10 mg/L ± 27,83 %	0,72 mg/L ± 5,86 %	1,34 mg/L ± 4,48 %					
	Hierro	(0,58-9,44) mg/L	k=2	0,58 mg/L ± 23,48 %	1,03 mg/L ± 14,05 %	2,85 mg/L ± 4,72 %	6,69 mg/L ± 6,08 %	9,44 mg/L ± 2,65 %			
	Sólidos totales disueltos	(82,2-1186,7) mg/L	k=2	82,2 mg/L ± 24,6 %	197,1 mg/L ± 11,7 %	513,8 mg/L ± 9,8 %	798,7 mg/L ± 5,8 %	1186,7 mg/L ± 4,5 %			
	DBO5	(4,82-3356,87) mg/L	k=2	4,82 mg/L ± 19,60 %	31,37 mg/L ± 12,68 %	212,50 mg/L ± 10,85 %	534,17 mg/L ± 11,55 %	3356,87 mg/L ± 2,82 %			
	Manganeso	(0,140-1,017) mg/L	k=2	0,140 mg/L ± 24,984 %	0,519 mg/L ± 8,240 %	1,017 mg/L ± 4,645 %					
	Cadmio	(0,148-1,060) mg/L	k=2	0,148 mg/L ± 27,900 %	0,275 mg/L ± 15,783 %	0,536 mg/L ± 7,705 %	1,060 mg/L ± 4,026 %				
	Sólidos Totales	(105,3-3491,6) mg/L	k=2	105,3 mg/L ± 20,4 %	3491,6 mg/L ± 2,8 %						
	Calcio	(4,31-210,61) mg/L	k=2	4,31 mg/L ± 10,14 %	14,92 mg/L ± 2,86 %	40,52 mg/L ± 1,11 %	119,42 mg/L ± 1,22 %	210,61 mg/L ± 1,62 %			
	Potasio	(2,16-49,69) mg/L	k=2	2,16 mg/L ± 11,35 %	3,26 mg/L ± 9,39 %	3,89 mg/L ± 7,42 %	4,52 mg/L ± 5,75 %	21,41 mg/L ± 4,79 %	49,69 mg/L ± 2,73 %		
	Magnesio	(19,89-84,52) mg/L	k=2	19,89 mg/L ± 28,69 %	25,08 mg/L ± 22,87 %	49,29 mg/L ± 6,21 %	84,52 mg/L ± 14,05 %				
	Sodio	(6,61-372,96) mg/L	k=2	6,61 mg/L ± 18,62 %	23,30 mg/L ± 5,72 %	43,53 mg/L ± 3,31 %	101,25 mg/L ± 8,64 %	332,94 mg/L ± 2,70 %	372,96 mg/L ± 5,55 %		
	Silice	(12,80-79,02) mg/L	k=2	12,80 mg/L ± 24,40 %	22,12 mg/L ± 13,02 %	43,65 mg/L ± 6,68 %	63,83 mg/L ± 4,80 %	79,02 mg/L ± 3,78 %			
	Sólidos suspendidos	(44,7-4750,7) mg/L	k=2	44,7 mg/L ± 26,0 %	297,6 mg/L ± 11,4 %	1862,0 mg/L ± 9,0 %	2677,8 mg/L ± 1,5 %	4750,7 mg/L ± 2,7 %			
	DDO	(20-133) mg/L	k=2	20 mg/L ± 28 %	41 mg/L ± 11 %	72 mg/L ± 5 %					
	Zinc	(0,1147-767) mg/L	k=2	0,1147 mg/L ± 28,90 %	0,377 mg/L ± 13,09 %	0,867 mg/L ± 4,231 %	2,701 mg/L ± 5,738 %	7,767 mg/L ± 4,194 %			
	Oxígeno Disuelto	(1,38-8,29) mg/L	k=2	1,38 mg/L ± 8,79 %	5,12 mg/L ± 10,15 %	6,28 mg/L ± 4,56 %					
	Fosfatos	(0,896-8,707) mg/L	k=2	0,896 mg/L ± 25,77 %	2,210 mg/L ± 14,624 %	4,102 mg/L ± 6,558 %	9,707 mg/L ± 4,752 %				
	Sulfatos con reactivo HACH	(6,00-620,00) mg/L	k=2	6,00 mg/L ± 26,81 %	15,45 mg/L ± 9,33 %	24,82 mg/L ± 12,83 %	620,56 mg/L ± 1,56 %				
	Acidos y Grasas por Gravimetría	(40,0-576,0) mg/L	k=2	39,6 mg/L ± 21,5 %	102,8 mg/L ± 16,4 %	292,1 mg/L ± 19,4 %	576,8 mg/L ± 28,8 %				
	Tensoactivos	(0,40-24,71) mg/L	k=2	0,40 mg/L ± 29,06 %	0,52 mg/L ± 28,56 %	0,88 mg/L ± 18,01 %	0,99 mg/L ± 16,37 %	1,26 mg/L ± 12,66 %	1,40 mg/L ± 13,59 %	24,71 mg/L ± 13,39 %	
	Sulfuros	(0,300-2,00) mg/L	k=2	0,286 mg/L ± 25,41 %	0,387 mg/L ± 19,18 %	1,522 mg/L ± 9,572 %	7,812 mg/L ± 6,571 %				

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:
Nitrito y Nitro con expresados como NO3-N y NO2-N respectivamente.

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N° 22-453
Pág. 1 de 3

USUARIO:	Geovanna Iza			
PERSONA DE CONTACTO:	Geovanna Iza			
DIRECCIÓN:	Latacunga, San Isidro Labrador-Pasaje Alma			
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	NR	0983717489	Email:	geovanna.iza8718@utc.edu.ec
MÉTODO DE MUESTREO:	NR			
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	14/11/2022	09H30	OT:	22-139
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS: Núñez de Vela N36-15 y Corea			
FECHA DE ANÁLISIS:	14/11/2022	a	17/11/2022	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	25/11/2022			

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-22-453	Agua Natural	Cuenca Bajo punto 3	Cotopaxí Cara-Sur Reservoirio, Río Cutuchi	13/11/2022	14H36	00, 751597°S 78, 540971°W
Observaciones / Condición de recepción de la muestra						
NA						

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 15-005"

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.

El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).

Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.

El Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos, LANCAS no realizará declaraciones de conformidad e interpretación de resultados con una especificación o norma, por lo que no se establecerá la regla de decisión.

NR: No Reporta

NA: No Aplica



Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



INAMHI
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
**LABORATORIO NACIONAL
DE CALIDAD DE AGUA
Y SEDIMENTOS - LANCAS**



Laboratorio Nacional de Calidad de
Aguas y Sedimentos

INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-453

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B Modificado	ug/L	2,288 ^(a)
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,22 ^(a)
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,007 ^(a)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1 Modificado	NMP/100 ml	240,0

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

^(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



RC38-06

INFORME DE RESULTADOS

N°. 22-453
Pág. 3 de 3

VALORES DE INCERTIDUMBRE

MATRIZ	ENSAYO	INTERVALO DE TRABAJO	FACTOR DE COBERTURA	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Agua Natural, Residual y De consumo	Arsénico	(6,468-210,877) ug/L	k=2	6,468 ug/L ± 22,015 %	8,665ug/L ± 17,520 %	9,417ug/L ± 14,500 %	51,508ug/L ± 6,886%	93,887ug/L ± 6,635 %	210,877ug/L ± 4,235 %	
	Nitratos	(1,07-71,18) mg/L	k=2	1,07mg/L ± 24,84%	5,67mg/L ± 4,54 %	10,44mg/L ± 2,68 %	71,18mg/L ± 1,34%			
	Nitritos	(0,243-4,939) mg/L	k=2	0,243mg/L ± 13,756 %	0,423mg/L ± 7,478 %	1,946mg/L ± 1,880%	4,939mg/L ± 1,800%			
	Cobre	(0,483-2,991) mg/L	k=2	0,483mg/L ± 16,417 %	0,714mg/L ± 10,212 %	0,954mg/L ± 8,069 %	1,489mg/L ± 5,619 %	2,991mg/L ± 4,194 %		
	Color Aparente	(44-479) Pt-Co	k=2	44Pt-Co ± 21%	130Pt-Co ± 13%	252Pt-Co ± 5%	327Pt-Co ± 4%	479Pt-Co ± 7%		
	Color Real	(44-445) Pt-Co	k=2	44Pt-Co ± 20%	116Pt-Co ± 11%	254Pt-Co ± 5%	330Pt-Co ± 5%	445Pt-Co ± 5%		
	TPH	(0,82-152,23) mg/L	k=2	0,82mg/L ± 24,91%	1,83mg/L ± 9,85%	3,12mg/L ± 9,65%	4,34mg/L ± 15,96%	15,23mg/L ± 5,03%	152,23mg/L ± 4,28%	
	Fluoruros	(0,50-1,40) mg/L	k=2	0,50mg/L ± 27,92 %	0,80mg/L ± 15,14 %	1,40mg/L ± 3,00 %				
	Turbidez	(0,96-989,33) NTU	k=2	0,96 NTU ± 14,89 %	30,94 NTU ± 6,11 %	120,00 NTU ± 6,41 %	307,95 NTU ± 3,42 %	628,35 NTU ± 2,92 %	989,33 NTU ± 2,10 %	
	Cloro Libre Residual	(0,07-3,8) mg/L	k=2	0,07mg/L ± 29,39%	0,54mg/L ± 12,24%	0,98mg/L ± 4,40%	0,9mg/L ± 11,5%	2,6mg/L ± 7,9%	3,8mg/L ± 6,8%	
	pH	(5,88-8,96) UpH	k=2	5,88 UpH ± 2,65%	6,96 UpH ± 1,92 %	8,02 UpH ± 0,35%	8,96 UpH ± 0,31 %			
	Agua Natural, Residual	Conductividad	(7,3-6655,6) uS/cm	k=2	7,3 uS/cm ± 4,3 %	26,2 uS/cm ± 5,6 %	113,0 uS/cm ± 4,5 %	1104,5 uS/cm ± 0,7%	2992,5 uS/cm ± 1,3 %	6655,6 uS/cm ± 3,5%
Fósforo Total		(0,542-4,810) mg/L	k=2	0,542mg/L ± 22,647 %	3,095mg/L ± 7,050%	4,810mg/L ± 5,207 %				
Cloruros		(5,94-1069,06) mg/L	k=2	5,94mg/L ± 9,64 %	46,26mg/L ± 1,57 %	124,77mg/L ± 1,32 %	299,42mg/L ± 0,69 %	1069,06mg/L ± 1,83 %		
Dureza Total		(10,62-752,55) mg/L	k=2	10,62mg/L ± 9,84%	41,50mg/L ± 2,34 %	265,91mg/L ± 2,19 %	527,50mg/L ± 0,71 %	752,55mg/L ± 0,74 %		
Dureza Cálcica		(6,62-625,48) mg/L	k=2	6,62mg/L ± 11,18%	37,22mg/L ± 2,71 %	101,09mg/L ± 1,12 %	297,96mg/L ± 1,23 %	625,48mg/L ± 0,91 %		
Alcalinidad Total		(17,38-609,50) mg/L	k=2	17,38 mg/L ± 11,06%	609,50mg/L ± 1,79 %					
Nitrógeno Amoniaco		(0,10-1,34) mg/L	k=2	0,10mg/L ± 27,83 %	0,72mg/L ± 5,88 %	1,34mg/L ± 4,48 %				
Hierro		(0,58-9,44) mg/L	k=2	0,58mg/L ± 23,48 %	1,03mg/L ± 14,55 %	2,85mg/L ± 4,72%	6,69mg/L ± 3,68 %	9,44mg/L ± 2,55 %		
Sólidos totales disueltos		(62,2-1188,7) mg/L	k=2	62,2mg/L ± 24,6 %	197,1mg/L ± 11,7%	513,8mg/L ± 9,9 %	798,7mg/L ± 5,6 %	1188,7mg/L ± 4,5 %		
DBO5		(4,82-3356,67) mg/L	k=2	4,82mg/L ± 19,60 %	31,37mg/L ± 12,88 %	212,50mg/L ± 10,95 %	534,17mg/L ± 11,55 %	3356,67mg/L ± 2,82 %		
Manganeso		(0,140-1,017) mg/L	k=2	0,140 mg/L ± 24,994 %	0,519mg/L ± 8,240 %	1,017mg/L ± 4,645 %				
Cadmio		(0,148-1,060) mg/L	k=2	0,148mg/L ± 27,900 %	0,275mg/L ± 15,783 %	0,536mg/L ± 7,705 %	1,060mg/L ± 4,026 %			
Sólidos Totales		(105,3-3491,6) mg/L	k=2	105,3mg/L ± 20,4 %	3491,6mg/L ± 2,8 %					
Calcio		(4,31-210,61) mg/L	k=2	4,31mg/L ± 10,14%	14,92mg/L ± 2,86%	40,52mg/L ± 1,11%	119,42mg/L ± 1,23%	210,61mg/L ± 1,62%		
Potasio		(2,16-49,69) mg/L	k=2	2,16mg/L ± 11,35%	3,26mg/L ± 9,39%	3,89mg/L ± 7,42%	4,52mg/L ± 5,75%	21,41mg/L ± 4,79%	49,69mg/L ± 2,73%	
Magnesio		(19,89-94,52) mg/L	k=2	19,89mg/L ± 26,69%	25,09mg/L ± 22,87%	49,28mg/L ± 6,21%	94,52mg/L ± 14,05%			
Sodio		(6,01-372,95) mg/L	k=2	6,01mg/L ± 18,62%	23,30mg/L ± 5,73%	43,53mg/L ± 3,51%	101,26mg/L ± 8,64%	232,94mg/L ± 2,70%	372,96mg/L ± 5,55%	
Silicio		(12,80-79,02) mg/L	k=2	12,80mg/L ± 24,40%	22,12mg/L ± 13,02%	43,65mg/L ± 6,68%	63,83mg/L ± 4,80%	79,02mg/L ± 3,78%		
Sólidos suspendidos		(44,7-4750,7) mg/L	k=2	44,7mg/L ± 26,0%	257,6mg/L ± 11,4%	1862,0mg/L ± 9,0%	2677,8mg/L ± 1,5%	4750,7mg/L ± 2,7%		
DQO		(20-133) mg/L	k=2	20 mg/L ± 28%	41mg/L ± 11%	72mg/L ± 5%	101mg/L ± 5%	133mg/L ± 6%		
Zinc		(0,114-7,767) mg/L	k=2	0,114mg/L ± 28,904%	0,377mg/L ± 13,099%	0,867mg/L ± 4,231%	2,701mg/L ± 6,738%	7,767mg/L ± 4,194%		
Oxígeno Disuelto		(1,30-8,29) mg/L	k=2	1,30mg/L ± 8,79%	5,12mg/L ± 10,15%	8,29mg/L ± 4,56%				
Fosfatos		(0,996-9,707) mg/L	k=2	0,996mg/L ± 25,775%	2,210mg/L ± 14,024%	4,102mg/L ± 6,558%	9,707mg/L ± 4,752%			
Sulfatos con reactivo HACH		(6,00-620,00) mg/L	k=2	5,32mg/L ± 25,91%	15,45mg/L ± 9,53%	24,82mg/L ± 12,83%	620,56mg/L ± 1,56%			
Aceites y Grasas por Gravimetría		(40,0-576,0) mg/L	k=2	39,6mg/L ± 21,5%	102,8mg/L ± 16,4%	282,1mg/L ± 19,4%	576,8mg/L ± 26,8%			
Tensoactivos		(0,40 - 24,71) mg/L	k=2	0,40mg/L ± 29,06%	0,52mg/L ± 28,56%	0,68mg/L ± 18,01%	0,99mg/L ± 16,37%	1,26mg/L ± 12,95%	1,40mg/L ± 13,59%	24,71mg/L ± 13,38%
Sulfuros		(0,300-7,00) mg/L	k=2	0,266mg/L ± 29,413%	0,387mg/L ± 19,181%	1,522mg/L ± 9,572%	7,612mg/L ± 6,571%			

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:
Nitratos y Nitritos son expresados como NO3-N y NO2-N respectivamente.


Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-454
Pág. 1 de 3

USUARIO:	Geovanna Iza		
PERSONA DE CONTACTO:	Geovanna Iza		
DIRECCIÓN:	Latacunga, San Isidro Labrador-Pasaje Alma		
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	NR	0983717489	Email: geovanna.iza8718@utc.edu.ec
MÉTODO DE MUESTREO:	NR		
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	14/11/2022	09H30	OT: 22-139
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS: Núñez de Vela N36-15 y Corea		
FECHA DE ANÁLISIS:	14/11/2022	a	17/11/2022
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	25/11/2022		

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-22-454	Agua Natural	Cuenca alta punto 1	Cotopaxi Sector Razuyacu, Río Blanco	13/11/2022	15H45	17M754960 9917918
Observaciones / Condición de recepción de la muestra						
NA						

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 15-005"
 El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.
 Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.
 El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).
 Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.
 El Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos, LANCAS no realizará declaraciones de conformidad e interpretación de resultados con una especificación o norma, por lo que no se establecerá la regla de decisión.
 NR: No Reporta
 NA: No Aplica


 Autorizado por:
 Dra. Jeaneth Cartagena
 Coordinador de Laboratorio



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-454

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B Modificado	ug/L	108,471
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,60
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,062 ^(a)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1 Modificado	NMP/100 ml	240,0

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

^(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"



Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



INAMHI
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
LABORATORIO NACIONAL
DE CALIDAD DE AGUA
Y SEDIMENTOS - LANCAS



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

Nº: 22-454
Pág. 3 de 3

MATRIZ	ENSAYO	INTERVALO DE TRABAJO	FACTOR DE COBERTURA	VALORES DE INCERTIDUMBRE								
				NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7		
Agua Natural, Residual y De consumo	Arsénico	(6.469-210.877) µg/L	k=2	6.469 µg/L ± 22.015 %	8.665 µg/L ± 17.520 %	9.417 µg/L ± 14.500 %	51.500 µg/L ± 0.680 %	93.887 µg/L ± 6.635 %	210.877 µg/L ± 4.235 %			
	Nitratos	(1.07-71.18) mg/L	k=2	1.07 mg/L ± 24.84 %	5.67 mg/L ± 4.54 %	10.44 mg/L ± 2.68 %	71.18 mg/L ± 1.34 %					
	Nitritos	(0.243-4.938) mg/L	k=2	0.243 mg/L ± 13.756 %	0.423 mg/L ± 7.478 %	1.946 mg/L ± 1.880 %	4.938 mg/L ± 1.800 %					
	Cobre	(0.483-2.991) mg/L	k=2	0.483 mg/L ± 16.417 %	0.714 mg/L ± 10.212 %	0.954 mg/L ± 8.069 %	1.489 mg/L ± 5.619 %	2.991 mg/L ± 4.194 %				
	Color Aparente	(44-479) Pt-Co	k=2	44 Pt-Co ± 21 %	130 Pt-Co ± 19 %	257 Pt-Co ± 9 %	327 Pt-Co ± 4 %	479 Pt-Co ± 7 %				
	Color Real	(44-445) Pt-Co	k=2	44 Pt-Co ± 20 %	116 Pt-Co ± 11 %	264 Pt-Co ± 5 %	330 Pt-Co ± 5 %	445 Pt-Co ± 5 %				
	TPH	(0.82-152.23) mg/L	k=2	0.82 mg/L ± 24.91 %	1.63 mg/L ± 9.85 %	3.12 mg/L ± 9.65 %	4.34 mg/L ± 15.96 %	15.23 mg/L ± 5.03 %				
	Fluoruros	(0.50-1.40) mg/L	k=2	0.50 mg/L ± 27.92 %	0.80 mg/L ± 15.14 %	1.40 mg/L ± 3.00 %						
	Turbidez	(0.96-989.33) NTU	k=2	0.96 NTU ± 14.89 %	30.94 NTU ± 6.11 %	120.00 NTU ± 6.41 %	307.95 NTU ± 3.42 %	628.35 NTU ± 2.92 %	989.33 NTU ± 2.10 %			
	Cloro Libre Residual	(0.07-3.6) mg/L	k=2	0.07 mg/L ± 29.39 %	0.54 mg/L ± 12.24 %	0.88 mg/L ± 4.40 %	0.9 mg/L ± 11.5 %	2.6 mg/L ± 7.9 %	3.6 mg/L ± 6.8 %			
	pH	(5.88-8.96) UspH	k=2	5.88 UspH ± 2.65 %	6.96 UspH ± 1.92 %	8.02 UspH ± 0.35 %	8.96 UspH ± 0.31 %					
	Conductividad	(7.3-6655.6) uS/cm	k=2	7.3 uS/cm ± 4.3 %	26.2 uS/cm ± 5.6 %	113.0 uS/cm ± 5 %	1104.5 uS/cm ± 0.7 %	2992.5 uS/cm ± 1.3 %	6655.6 uS/cm ± 3.5 %			
Fósforo Total	(0.542-4.810) mg/L	k=2	0.542 mg/L ± 22.64 %	3.095 mg/L ± 7.050 %	4.810 mg/L ± 5.207 %							
Cloruros	(9.94-1069.06) mg/L	k=2	9.94 mg/L ± 8.64 %	46.26 mg/L ± 1.57 %	124.77 mg/L ± 1.32 %	299.42 mg/L ± 0.69 %	1069.06 mg/L ± 1.83 %					
Dureza Total	(10.62-752.55) mg/L	k=2	10.62 mg/L ± 9.84 %	41.50 mg/L ± 2.34 %	265.91 mg/L ± 2.19 %	527.50 mg/L ± 0.71 %	752.55 mg/L ± 0.74 %					
Dureza Cálcica	(6.62-525.48) mg/L	k=2	6.62 mg/L ± 11.18 %	37.22 mg/L ± 2.71 %	101.09 mg/L ± 1.12 %	297.96 mg/L ± 1.23 %	525.48 mg/L ± 0.91 %					
Alcalinidad Total	(17.38-609.50) mg/L	k=2	17.38 mg/L ± 11.06 %	69.50 mg/L ± 1.79 %								
Nitrógeno Amoniacal	(0.10-1.34) mg/L	k=2	0.10 mg/L ± 27.83 %	0.72 mg/L ± 5.89 %	1.34 mg/L ± 4.49 %							
Hierro	(0.56-8.44) mg/L	k=2	0.56 mg/L ± 23.48 %	1.03 mg/L ± 14.55 %	2.85 mg/L ± 4.72 %	6.69 mg/L ± 3.68 %	8.44 mg/L ± 2.55 %					
Sólidos totales disueltos	(62.2-1186.7) mg/L	k=2	62.2 mg/L ± 24.6 %	197.1 mg/L ± 11.7 %	513.8 mg/L ± 9.9 %	798.7 mg/L ± 5.6 %	1186.7 mg/L ± 4.5 %					
DB5	(4.82-3356.67) mg/L	k=2	4.82 mg/L ± 19.60 %	31.37 mg/L ± 12.88 %	212.50 mg/L ± 10.95 %	534.17 mg/L ± 11.55 %	3356.67 mg/L ± 2.82 %					
Manganeso	(0.140-1.017) mg/L	k=2	0.140 mg/L ± 24.994 %	0.519 mg/L ± 8.240 %	1.017 mg/L ± 4.645 %							
Cadmio	(0.148-1.060) mg/L	k=2	0.148 mg/L ± 27.900 %	0.275 mg/L ± 15.783 %	0.536 mg/L ± 7.705 %	1.060 mg/L ± 4.626 %						
Sólidos Totales	(105.3-3491.6) mg/L	k=2	105.3 mg/L ± 20.4 %	3491.6 mg/L ± 2.8 %								
Calcio	(4.31-210.61) mg/L	k=2	4.31 mg/L ± 10.14 %	14.92 mg/L ± 2.86 %	40.52 mg/L ± 1.11 %	119.42 mg/L ± 1.23 %	210.61 mg/L ± 1.62 %					
Potasio	(2.16-49.69) mg/L	k=2	2.16 mg/L ± 11.35 %	3.26 mg/L ± 9.39 %	3.89 mg/L ± 7.42 %	4.52 mg/L ± 5.75 %	21.41 mg/L ± 4.79 %	49.69 mg/L ± 2.73 %				
Magnesio	(19.89-94.52) mg/L	k=2	19.89 mg/L ± 28.69 %	25.08 mg/L ± 22.87 %	49.28 mg/L ± 6.21 %	84.52 mg/L ± 14.05 %						
Sodio	(0.01-372.96) mg/L	k=2	0.01 mg/L ± 16.62 %	23.30 mg/L ± 5.73 %	43.53 mg/L ± 3.51 %	101.25 mg/L ± 8.64 %	232.94 mg/L ± 2.70 %	372.96 mg/L ± 5.55 %				
Silicio	(12.60-79.02) mg/L	k=2	12.60 mg/L ± 24.40 %	22.12 mg/L ± 13.02 %	43.65 mg/L ± 6.68 %	63.83 mg/L ± 4.80 %	79.02 mg/L ± 3.78 %					
Sólidos suspendidos	(44.7-4750.7) mg/L	k=2	44.7 mg/L ± 26.0 %	257.8 mg/L ± 11.4 %	1862.0 mg/L ± 9.0 %	2677.8 mg/L ± 1.5 %	4750.7 mg/L ± 2.7 %					
ODO	(20-133) mg/L	k=2	20 mg/L ± 28 %	41 mg/L ± 11 %	72 mg/L ± 5 %	101 mg/L ± 5 %	133 mg/L ± 6 %					
Zinc	(0.114-7.767) mg/L	k=2	0.114 mg/L ± 28.904 %	0.377 mg/L ± 13.099 %	0.887 mg/L ± 4.231 %	2.701 mg/L ± 5.738 %	7.767 mg/L ± 4.194 %					
Oxígeno Disuelto	(1.30-8.29) mg/L	k=2	1.30 mg/L ± 8.79 %	5.12 mg/L ± 10.15 %	8.29 mg/L ± 4.56 %							
Fosfatos	(0.996-9.707) mg/L	k=2	0.996 mg/L ± 25.775 %	2.210 mg/L ± 14.024 %	4.192 mg/L ± 6.558 %	9.707 mg/L ± 4.792 %						
Sulfatos con reactivo HACH	(6.00-620.00) mg/L	k=2	6.00 mg/L ± 25.91 %	15.45 mg/L ± 9.53 %	24.82 mg/L ± 12.83 %	620.00 mg/L ± 1.59 %						
Acidos y Grasas por Cromatografía	(40.0-576.0) mg/L	k=2	39.6 mg/L ± 21.5 %	102.8 mg/L ± 16.4 %	262.1 mg/L ± 19.4 %	576.0 mg/L ± 26.8 %						
Tensoactivos	(0.40 - 24.71) mg/L	k=2	0.40 mg/L ± 29.06 %	0.52 mg/L ± 28.98 %	0.68 mg/L ± 18.91 %	0.99 mg/L ± 16.37 %	1.26 mg/L ± 12.95 %	1.40 mg/L ± 13.59 %	24.71 mg/L ± 13.39 %			
Sulfuros	(0.300-7.200) mg/L	k=2	0.266 mg/L ± 28.413 %	0.387 mg/L ± 19.161 %	1.522 mg/L ± 9.572 %	7.612 mg/L ± 6.571 %						

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Métricos y Nitratos son expresados como NO3-N y NO2-N respectivamente.

Autorizado por:
Dra. Jeaneeth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-455
Pág. 1 de 3

USUARIO:	Geovanna Iza			
PERSONA DE CONTACTO:	Geovanna Iza			
DIRECCIÓN:	Latacunga, San Isidro Labrador-Pasaje Alma			
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	NR	0983717489	Email:	geovanna.iza8718@utc.edu.ec
MÉTODO DE MUESTREO:	NR			
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	14/11/2022	09H30	OT:	22-139
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS: Núñez de Vela N36-15 y Corea			
FECHA DE ANÁLISIS:	14/11/2022	a	17/11/2022	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	25/11/2022			

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-22-455	Agua Natural	Cuenca Media punto 2	Cotopaxi Puente de Razuyacu, Río Blanco	13/11/2022	16H00	17M755660 9916919
Observaciones / Condición de recepción de la muestra						
NA						

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 15-005"

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.

El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).

Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.

El Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos, LANCAS no realizará declaraciones de conformidad e interpretación de resultados con una especificación o norma, por lo que no se establecerá la regla de decisión.

NR: No Reporta

NA: No Aplica


Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio


INAMHI
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
LABORATORIO NACIONAL
DE CALIDAD DE AGUA
Y SEDIMENTOS - LANCAS



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-455

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B Modificado	ug/L	156,255
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	14,50 ^(a)
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,288
Coliformes fecales	PEMI02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1 Modificado	NMP/100 ml	540,0

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

^(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio





INFORME DE RESULTADOS

N° 22-455
Pág. 3 de 3

RC38-05

VALORES DE INCERTIDUMBRE

MATRIZ	ENSAYO	INTERVALO DE TRABAJO	FACTOR DE COBERTURA	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Agua Natural, Residual y De consumo	Arsénico	(6.465-216.877) µg/L	k=2	6.468 µg/L ± 22.015 %	8.665 µg/L ± 17.620 %	9.417 µg/L ± 14.550 %	51.508 µg/L ± 8.880 %	93.867 µg/L ± 8.835 %	210.877 µg/L ± 4.235 %	
	Nitratos	(1.37-71.18) mg/L	k=2	1.67 mg/L ± 24.84 %	5.67 mg/L ± 4.54 %	10.44 mg/L ± 2.68 %	71.18 mg/L ± 1.34 %			
	Nitritos	(0.243-4.939) mg/L	k=2	0.243 mg/L ± 13.75 %	0.423 mg/L ± 7.47 %	1.946 mg/L ± 1.880 %	4.939 mg/L ± 1.800 %			
	Cobre	(0.483-2.991) mg/L	k=2	0.483 mg/L ± 16.417 %	0.714 mg/L ± 10.212 %	0.964 mg/L ± 8.069 %	1.498 mg/L ± 5.619 %	2.891 mg/L ± 4.194 %		
	Color Aparente	(44-476) Pt-Co	k=2	44 Pt-Co ± 21 %	100 Pt-Co ± 13 %	252 Pt-Co ± 5 %	323 Pt-Co ± 4 %	479 Pt-Co ± 7 %		
	Color Real	(44-445) Pt-Co	k=2	44 Pt-Co ± 20 %	116 Pt-Co ± 11 %	254 Pt-Co ± 5 %	330 Pt-Co ± 5 %	445 Pt-Co ± 5 %		
	TPH	(0.62-152.23) mg/L	k=2	0.62 mg/L ± 24.91 %	1.63 mg/L ± 9.85 %	3.12 mg/L ± 9.65 %	4.34 mg/L ± 15.90 %	15.23 mg/L ± 5.03 %	152.23 mg/L ± 4.28 %	
	Fluoruros	(0.50-1.40) mg/L	k=2	0.50 mg/L ± 27.92 %	0.80 mg/L ± 15.14 %	1.49 mg/L ± 3.09 %				
	Turbidez	(0.96-989.33) NTU	k=2	0.96 NTU ± 14.89 %	30.84 NTU ± 6.11 %	120.00 NTU ± 5.41 %	307.85 NTU ± 3.42 %	628.35 NTU ± 2.92 %	989.33 NTU ± 2.10 %	
	Cloro Libre Residual	(0.07-3.8) mg/L	k=2	0.07 mg/L ± 25.39 %	0.54 mg/L ± 12.24 %	0.98 mg/L ± 4.40 %	0.8 mg/L ± 11.5 %	2.6 mg/L ± 7.8 %	3.8 mg/L ± 6.8 %	
	pH	(5.88-8.96) UPH	k=2	5.88 UPH ± 2.65 %	6.96 UPH ± 1.82 %	8.02 UPH ± 0.35 %	8.96 UPH ± 0.31 %			
	Conductividad	(7.3-6655.6) uS/cm	k=2	7.3 uS/cm ± 4.3 %	26.2 uS/cm ± 5.6 %	113.0 uS/cm ± 4.5 %	1194.5 uS/cm ± 0.7 %	2892.5 uS/cm ± 1.3 %	6655.6 uS/cm ± 0.5 %	
	Fósforo Total	(0.542-4.810) mg/L	k=2	0.542 mg/L ± 22.647 %	3.095 mg/L ± 7.050 %	4.810 mg/L ± 6.207 %				
	Agua Natural, Residual	Cloruros	(5.94-1069.06) mg/L	k=2	5.94 mg/L ± 9.64 %	46.26 mg/L ± 1.57 %	124.77 mg/L ± 1.32 %	299.42 mg/L ± 0.69 %	1069.06 mg/L ± 1.83 %	
Dureza Total		(10.62-752.55) mg/L	k=2	10.62 mg/L ± 9.84 %	41.50 mg/L ± 2.34 %	265.91 mg/L ± 2.19 %	527.50 mg/L ± 0.71 %	752.55 mg/L ± 0.74 %		
Dureza Cálcica		(6.62-525.48) mg/L	k=2	6.62 mg/L ± 11.18 %	37.22 mg/L ± 2.71 %	101.09 mg/L ± 1.12 %	297.96 mg/L ± 1.23 %	525.48 mg/L ± 0.91 %		
Alcalinidad Total		(17.38-609.50) mg/L	k=2	17.38 mg/L ± 11.05 %	605.50 mg/L ± 1.78 %					
Nitrógeno Amoniacal		(0.10-1.34) mg/L	k=2	0.10 mg/L ± 27.83 %	0.72 mg/L ± 5.88 %	1.34 mg/L ± 4.48 %				
Hierro		(0.56-8.44) mg/L	k=2	0.56 mg/L ± 23.48 %	1.63 mg/L ± 14.35 %	2.85 mg/L ± 4.72 %	6.69 mg/L ± 3.68 %	8.44 mg/L ± 2.55 %		
Sólidos totales disueltos		(62.2-1186.7) mg/L	k=2	62.2 mg/L ± 24.6 %	187.1 mg/L ± 11.7 %	513.8 mg/L ± 9.9 %	798.7 mg/L ± 5.6 %	1186.7 mg/L ± 4.5 %		
DBO5		(4.82-3356.67) mg/L	k=2	4.82 mg/L ± 19.60 %	31.37 mg/L ± 12.88 %	212.50 mg/L ± 10.85 %	534.17 mg/L ± 11.55 %	3356.67 mg/L ± 2.82 %		
Manganeso		(0.140-1.017) mg/L	k=2	0.140 mg/L ± 24.894 %	0.519 mg/L ± 8.240 %	1.017 mg/L ± 4.645 %				
Cadmio		(0.148-1.060) mg/L	k=2	0.148 mg/L ± 27.800 %	0.275 mg/L ± 15.783 %	0.536 mg/L ± 7.765 %	1.060 mg/L ± 4.026 %			
Sólidos Totales		(105.3-3491.6) mg/L	k=2	105.3 mg/L ± 20.4 %	3491.6 mg/L ± 2.8 %					
Calcio		(4.31-210.61) mg/L	k=2	4.31 mg/L ± 10.14 %	14.92 mg/L ± 2.69 %	40.52 mg/L ± 1.11 %	119.42 mg/L ± 1.23 %	210.61 mg/L ± 1.62 %		
Potasio		(2.16-49.69) mg/L	k=2	2.16 mg/L ± 11.35 %	3.26 mg/L ± 0.38 %	3.89 mg/L ± 7.42 %	4.52 mg/L ± 5.75 %	21.41 mg/L ± 4.79 %	49.69 mg/L ± 2.73 %	
Magnesio		(19.89-94.52) mg/L	k=2	19.89 mg/L ± 28.69 %	25.09 mg/L ± 22.87 %	49.28 mg/L ± 8.21 %	94.52 mg/L ± 14.05 %			
Sodio		(6.01-372.96) mg/L	k=2	6.01 mg/L ± 16.62 %	23.30 mg/L ± 5.73 %	43.53 mg/L ± 3.51 %	101.25 mg/L ± 8.84 %	232.94 mg/L ± 2.70 %	372.96 mg/L ± 5.55 %	
Silice		(12.80-79.02) mg/L	k=2	12.80 mg/L ± 24.45 %	22.12 mg/L ± 13.02 %	43.65 mg/L ± 6.68 %	63.83 mg/L ± 4.80 %	79.02 mg/L ± 3.78 %		
Sólidos suspendidos		(44.7-4750.7) mg/L	k=2	44.7 mg/L ± 26.0 %	257.6 mg/L ± 11.4 %	1662.0 mg/L ± 9.0 %	2877.8 mg/L ± 1.9 %	4750.7 mg/L ± 2.7 %		
ODO		(20-133) mg/L	k=2	20 mg/L ± 28 %	41 mg/L ± 11 %	72 mg/L ± 5 %	101 mg/L ± 5 %	133 mg/L ± 6 %		
Zinc		(0.114-7.767) mg/L	k=2	0.114 mg/L ± 28.804 %	0.377 mg/L ± 13.099 %	0.887 mg/L ± 4.231 %	2.701 mg/L ± 5.738 %	7.767 mg/L ± 4.194 %		
Oxígeno Disuelto		(1.30-8.29) mg/L	k=2	1.30 mg/L ± 6.79 %	5.12 mg/L ± 10.15 %	8.29 mg/L ± 4.56 %				
Fosfatos		(0.996-6.707) mg/L	k=2	0.996 mg/L ± 25.775 %	2.210 mg/L ± 14.024 %	4.102 mg/L ± 6.588 %	6.707 mg/L ± 4.752 %			
Sulfatos con reactivo HACH		(6.00-620.00) mg/L	k=2	5.32 mg/L ± 25.91 %	15.45 mg/L ± 9.53 %	24.82 mg/L ± 12.83 %	620.56 mg/L ± 1.59 %			
Ácidos y Grasas por Gravimetría		(40.0-576.0) mg/L	k=2	39.6 mg/L ± 21.5 %	102.8 mg/L ± 16.4 %	282.1 mg/L ± 19.4 %	576.8 mg/L ± 28.8 %			
Tensoactivos		(0.40 - 24.71) mg/L	k=2	0.40 mg/L ± 29.06 %	0.50 mg/L ± 26.58 %	0.88 mg/L ± 18.01 %	0.99 mg/L ± 16.37 %	1.26 mg/L ± 12.95 %	1.40 mg/L ± 13.59 %	24.71 mg/L ± 13.39 %
Sulfuros		(0.300-7.00) mg/L	k=2	0.296 mg/L ± 29.413 %	0.387 mg/L ± 19.181 %	1.922 mg/L ± 9.572 %	7.612 mg/L ± 6.571 %			

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:
Nitrato y Nitrito son expresados como NO3-N y NO2-N respectivamente


Autorizado por:
Dña. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

Nº. 22-456
Pág. 1 de 3

USUARIO:	Geovanna Iza		
PERSONA DE CONTACTO:	Geovanna Iza		
DIRECCIÓN:	Latacunga, San Isidro Labrador-Pasaje Alma		
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	NR	0983717489	Email: geovanna.iza8718@utc.edu.ec
MÉTODO DE MUESTREO:	NR		
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	14/11/2022	09H30	OT: 22-139
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS: Núñez de Vela N36-15 y Corea		
FECHA DE ANÁLISIS:	14/11/2022	a	17/11/2022
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	25/11/2022		

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-22-456	Agua Natural	Cuenca baja punto 3	Sector Toacazo reservorio Río Blanco	13/11/2022	16H16	17M776523 9916270
Observaciones / Condición de recepción de la muestra						
NA						

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 15-005"
 El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.
 Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.
 El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).
 Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.
 El Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos, LANCAS no realizará declaraciones de conformidad e interpretación de resultados con una especificación o norma, por lo que no se establecerá la regla de decisión.
 NR: No Reporta
 NA: No Aplica



Autorizado por:
 Dra. Jeaneth Cartagena
 Coordinador de Laboratorio



INAMHI
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
LABORATORIO NACIONAL
DE CALIDAD DE AGUA
Y SEDIMENTOS - LANCAS

Dirección: Iñaquito N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 1201, 1202.
 Email: lcartagena@inamhi.gob.ec



Laboratorio Nacional de Calidad de
Aguas y Sedimentos

INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-456

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B Modificado	ug/L	243,166 ^(a)
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	11,49 ^(a)
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,185
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1 Modificado	NMP/100 ml	240,0

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

^(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio

INAMHI
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
LABORATORIO NACIONAL
DE CALIDAD DE AGUA
Y SEDIMENTOS - LANCAS



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

Nº. 22-456
Pág. 3 de 3

VALORES DE INCERTIDUMBRE

MATRIZ	ENSAYO	INTERVALO DE TRABAJO	FACTOR DE COBERTURA	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Agua Natural, Residual y De consumo	Arsénico	(6.468-210.877) ug/L	k=2	6.468 ug/L ± 22.015 %	8.065 ug/L ± 17.520 %	9.417 ug/L ± 14.500 %	51.508 ug/L ± 0.8860 %	93.887 ug/L ± 0.6335 %	210.877 ug/L ± 4.235 %	
	Nitratos	(1.07-21.18) mg/L	k=2	1.07 mg/L ± 24.84 %	5.67 mg/L ± 4.54 %	10.44 mg/L ± 2.68 %	71.18 mg/L ± 1.34 %			
	Nitritos	(0.243-4.839) mg/L	k=2	0.243 mg/L ± 13.756 %	0.423 mg/L ± 7.478 %	1.946 mg/L ± 1.880 %	4.939 mg/L ± 1.800 %			
	Cobre	(0.483-2.991) mg/L	k=2	0.483 mg/L ± 16.417 %	0.714 mg/L ± 10.212 %	0.954 mg/L ± 8.069 %	1.489 mg/L ± 5.619 %	2.991 mg/L ± 4.194 %		
	Color aparente	(44-479) Pt-Co	k=2	44 Pt-Co ± 21 %	130 Pt-Co ± 13 %	252 Pt-Co ± 5 %	327 Pt-Co ± 4 %	479 Pt-Co ± 7 %		
	Color Real	(44-445) Pt-Co	k=2	44 Pt-Co ± 20 %	116 Pt-Co ± 11 %	254 Pt-Co ± 5 %	330 Pt-Co ± 5 %	445 Pt-Co ± 5 %		
	TPH	(0.82-152.23) mg/L	k=2	0.82 mg/L ± 24.91 %	1.63 mg/L ± 9.85 %	3.12 mg/L ± 9.65 %	4.34 mg/L ± 15.96 %	15.23 mg/L ± 5.03 %	152.23 mg/L ± 4.28 %	
	Fluoruros	(0.50-1.40) mg/L	k=2	0.50 mg/L ± 27.92 %	0.80 mg/L ± 15.14 %	1.40 mg/L ± 3.00 %				
	Turbidez	(0.96-889.33) NTU	k=2	0.96 NTU ± 14.89 %	30.94 NTU ± 6.11 %	120.00 NTU ± 6.41 %	307.95 NTU ± 3.42 %	628.35 NTU ± 2.92 %	889.33 NTU ± 2.10 %	
	Cloro Libre Residual	(0.07-3.8) mg/L	k=2	0.07 mg/L ± 29.39 %	0.54 mg/L ± 12.24 %	0.98 mg/L ± 4.40 %	0.9 mg/L ± 11.5 %	3.8 mg/L ± 7.9 %	3.8 mg/L ± 6.8 %	
	Agua Natural Residual	pH	(5.88-8.96) UPH	k=2	5.88 UPH ± 2.65 %	6.96 UPH ± 1.92 %	8.02 UPH ± 0.39 %	8.96 UPH ± 0.31 %		
Conductividad		(7.3-6655.6) uS/cm	k=2	7.3 uS/cm ± 4.3 %	26.2 uS/cm ± 5.6 %	113.0 uS/cm ± 4.5 %	1104.5 uS/cm ± 1.3 %	2992.5 uS/cm ± 1.3 %	6655.6 uS/cm ± 3.5 %	
Fósforo Total		(0.542-4.810) mg/L	k=2	0.542 mg/L ± 22.847 %	3.095 mg/L ± 7.050 %	4.810 mg/L ± 5.207 %				
Cloruros		(5.94-1069.06) mg/L	k=2	5.94 mg/L ± 9.64 %	46.26 mg/L ± 1.57 %	124.77 mg/L ± 1.32 %	299.42 mg/L ± 0.69 %	1069.06 mg/L ± 1.83 %		
Dureza Total		(10.62-792.55) mg/L	k=2	10.62 mg/L ± 9.94 %	41.50 mg/L ± 2.34 %	265.91 mg/L ± 2.19 %	527.50 mg/L ± 0.71 %	792.55 mg/L ± 0.74 %		
Dureza Cálcica		(6.62-525.48) mg/L	k=2	6.62 mg/L ± 11.18 %	37.22 mg/L ± 2.71 %	101.09 mg/L ± 1.12 %	297.66 mg/L ± 1.23 %	525.48 mg/L ± 0.91 %		
Alcalinidad Total		(17.38-629.50) mg/L	k=2	17.38 mg/L ± 11.06 %	60.50 mg/L ± 1.79 %					
Nitrógeno Amoniacal		(0.10-1.34) mg/L	k=2	0.10 mg/L ± 27.83 %	0.73 mg/L ± 5.86 %	1.34 mg/L ± 4.48 %				
Hierro		(0.56-9.44) mg/L	k=2	0.56 mg/L ± 23.48 %	1.03 mg/L ± 14.55 %	2.85 mg/L ± 4.72 %	6.69 mg/L ± 3.68 %	9.44 mg/L ± 2.55 %		
Sólidos totales disueltos		(82.2-1185.7) mg/L	k=2	82.2 mg/L ± 24.6 %	197.1 mg/L ± 11.7 %	513.8 mg/L ± 9.9 %	786.7 mg/L ± 5.6 %	1185.7 mg/L ± 4.5 %		
DBO5		(4.82-3356.67) mg/L	k=2	4.82 mg/L ± 19.60 %	31.37 mg/L ± 12.86 %	212.50 mg/L ± 10.85 %	534.17 mg/L ± 11.55 %	3356.67 mg/L ± 2.62 %		
Manganeso		(0.140-1.017) mg/L	k=2	0.140 mg/L ± 24.994 %	0.519 mg/L ± 8.240 %	1.017 mg/L ± 4.645 %				
Cadmio		(0.148-1.060) mg/L	k=2	0.148 mg/L ± 27.900 %	0.275 mg/L ± 15.783 %	0.538 mg/L ± 7.705 %	1.060 mg/L ± 4.026 %			
Sólidos Totales		(105.3-3491.6) mg/L	k=2	105.3 mg/L ± 20.4 %	3491.6 mg/L ± 2.8 %					
Calcio		(4.31-210.61) mg/L	k=2	4.31 mg/L ± 10.14 %	14.92 mg/L ± 2.86 %	40.52 mg/L ± 1.11 %	119.42 mg/L ± 1.23 %	210.61 mg/L ± 1.62 %		
Potasio		(2.16-49.89) mg/L	k=2	2.16 mg/L ± 11.35 %	3.26 mg/L ± 9.39 %	3.88 mg/L ± 7.42 %	4.52 mg/L ± 5.75 %	21.41 mg/L ± 4.78 %	49.89 mg/L ± 2.73 %	
Magnesio		(19.88-94.52) mg/L	k=2	19.88 mg/L ± 28.69 %	25.09 mg/L ± 22.87 %	49.29 mg/L ± 6.21 %	94.52 mg/L ± 14.05 %			
Sodio		(6.01-372.96) mg/L	k=2	6.01 mg/L ± 18.62 %	23.39 mg/L ± 5.73 %	43.53 mg/L ± 3.51 %	101.25 mg/L ± 8.64 %	232.94 mg/L ± 2.70 %	372.96 mg/L ± 5.55 %	
Silicio		(12.80-79.02) mg/L	k=2	12.80 mg/L ± 24.40 %	22.12 mg/L ± 13.02 %	43.65 mg/L ± 6.68 %	63.83 mg/L ± 4.80 %	79.02 mg/L ± 3.78 %		
Sólidos suspendidos		(44.7-4750.7) mg/L	k=2	44.7 mg/L ± 26.0 %	297.6 mg/L ± 11.4 %	1862.0 mg/L ± 8.0 %	2677.8 mg/L ± 1.5 %	4750.7 mg/L ± 2.7 %		
DQO		(20-133) mg/L	k=2	20 mg/L ± 28 %	41 mg/L ± 11 %	72 mg/L ± 5 %	101 mg/L ± 5 %	133 mg/L ± 6 %		
Zinc		(0.114-7.767) mg/L	k=2	0.114 mg/L ± 28.504 %	0.377 mg/L ± 13.099 %	0.887 mg/L ± 4.231 %	2.701 mg/L ± 5.738 %	7.767 mg/L ± 4.194 %		
Oxígeno Disuelto		(1.30-8.28) mg/L	k=2	1.30 mg/L ± 8.79 %	5.12 mg/L ± 10.15 %	8.28 mg/L ± 4.56 %				
Fosfatos		(0.996-9.767) mg/L	k=2	0.996 mg/L ± 25.775 %	2.210 mg/L ± 14.024 %	4.102 mg/L ± 6.558 %	6.707 mg/L ± 4.752 %			
Sulfatos con reactivo HACH		(6.00-620.00) mg/L	k=2	5.32 mg/L ± 25.91 %	15.45 mg/L ± 5.53 %	24.82 mg/L ± 12.83 %	620.56 mg/L ± 1.59 %			
Aceites y Grasas por Gravimetría		(40.0-576.0) mg/L	k=2	39.6 mg/L ± 21.5 %	102.8 mg/L ± 16.4 %	282.1 mg/L ± 19.4 %	576.8 mg/L ± 28.8 %			
Tensoactivos		(0.40-24.71) mg/L	k=2	0.40 mg/L ± 29.06 %	0.52 mg/L ± 28.58 %	0.88 mg/L ± 18.01 %	0.88 mg/L ± 16.37 %	1.26 mg/L ± 12.95 %	1.40 mg/L ± 13.59 %	24.71 mg/L ± 13.39 %
Sulfuros		(0.300-7.00) mg/L	k=2	0.266 mg/L ± 26.413 %	0.387 mg/L ± 19.181 %	1.522 mg/L ± 9.572 %	7.612 mg/L ± 6.571 %			

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Nitrato y Nitrito son expresados como NO3-N y NO2-N respectivamente

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-457

Pág. 1 de 3

USUARIO:	Geovanna Iza			
PERSONA DE CONTACTO:	Geovanna Iza			
DIRECCIÓN:	Latacunga, San Isidro Labrador-Pasaje Alma			
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	NR	0983717489	Email:	geovanna.iza8718@utc.edu.ec
MÉTODO DE MUESTREO:	NR			
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	14/11/2022	09H30	OT:	22-139
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS: Núñez de Vela N36-15 y Corea			
FECHA DE ANÁLISIS:	14/11/2022	a	17/11/2022	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	25/11/2022			

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-22-457	Agua Natural	Cuenca alto punto 1	Cotopaxi Barrio Cuicuno Río Pumacunchi	13/11/2022	16H47	17M758780 9911314
Observaciones / Condición de recepción de la muestra						
NA						

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 15-005"

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.

El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).

Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.

El Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos, LANCAS no realizará declaraciones de conformidad e interpretación de resultados con una especificación o norma, por lo que no se establecerá la regla de decisión.

NR: No Reporta

NA: No Aplica



Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio

INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-457

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B Modificado	ug/L	163,845
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	1,30
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,059 ^(a)
Coliformes fecales	PEMI02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1 Modificado	NMP/100 ml	1100,0

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

^(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"



Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



INAMHI
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
LABORATORIO NACIONAL
DE CALIDAD DE AGUA
Y SEDIMENTOS - LANCAS



INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N° 22-457
Pág. 3 de 3

VALORES DE INCERTIDUMBRE

MATRIZ	ENSAYO	INTERVALO DE TRABAJO	FACTOR DE COBERTURA	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7	
Agua Natural, Residual y De consumo	Arsénico	(6.468-210.877) ug/L	k=2	6.468 ug/L ± 22.015 %	8.665 ug/L ± 17.520 %	9.417 ug/L ± 14.500 %	51.508 ug/L ± 6.866 %	93.887 ug/L ± 6.035 %	210.877 ug/L ± 4.235 %		
	Nitritos	(1.07-71.18) mg/L	k=2	1.07 mg/L ± 24.84 %	5.67 mg/L ± 4.54 %	10.44 mg/L ± 2.68 %	71.18 mg/L ± 1.34 %				
	Nitritos	(0.243-4.939) mg/L	k=2	0.243 mg/L ± 13.756 %	0.423 mg/L ± 7.478 %	1.948 mg/L ± 1.800 %	4.939 mg/L ± 1.800 %				
	Cobre	(0.483-2.991) mg/L	k=2	0.483 mg/L ± 16.417 %	0.716 mg/L ± 10.212 %	0.954 mg/L ± 8.069 %	1.486 mg/L ± 5.619 %	2.991 mg/L ± 4.184 %			
	Color Aparente	(44-478) Pt-Co	k=2	44Pt-Co ± 21 %	130Pt-Co ± 13 %	252Pt-Co ± 5 %	327Pt-Co ± 4 %	479Pt-Co ± 7 %			
	Color Real	(44-445) Pt-Co	k=2	44Pt-Co ± 20 %	116Pt-Co ± 11 %	254Pt-Co ± 5 %	330Pt-Co ± 5 %	445Pt-Co ± 5 %			
	TPH	(0.92-152.23) mg/L	k=2	0.82 mg/L ± 24.91 %	1.63 mg/L ± 9.85 %	3.12 mg/L ± 9.65 %	4.34 mg/L ± 15.98 %	15.23 mg/L ± 5.03 %	152.23 mg/L ± 4.28 %		
	Fluoruros	(0.50-1.40) mg/L	k=2	0.50 mg/L ± 27.92 %	0.80 mg/L ± 15.14 %	1.40 mg/L ± 3.00 %					
	Turbidez	(0.99-989.33) NTU	k=2	0.98 NTU ± 14.89 %	30.94 NTU ± 6.11 %	120.00 NTU ± 6.41 %	307.95 NTU ± 3.42 %	628.35 NTU ± 2.92 %	989.33 NTU ± 2.10 %		
	Cloro Libre Residual	(0.07-3.8) mg/L	k=2	0.07 mg/L ± 29.39 %	0.54 mg/L ± 12.24 %	0.88 mg/L ± 4.40 %	0.9 mg/L ± 11.51 %	2.6 mg/L ± 7.9 %	3.8 mg/L ± 6.8 %		
	Agua Natural, Residual	pH	(5.88-8.98) Ugh	k=2	5.88 Ugh ± 2.65 %	6.96 Ugh ± 1.92 %	8.02 Ugh ± 0.35 %	8.96 Ugh ± 0.31 %			
		Conductividad	(7.3-6955.6) uS/cm	k=2	7.3 uS/cm ± 4.3 %	28.2 uS/cm ± 5.6 %	113.0 uS/cm ± 4.5 %	1104.5 uS/cm ± 6.7 %	2992.5 uS/cm ± 1.3 %	6655.6 uS/cm ± 3.5 %	
		Fósforo Total	(0.542-4.810) mg/L	k=2	0.542 mg/L ± 22.647 %	3.095 mg/L ± 7.050 %	4.810 mg/L ± 5.207 %				
Cloruros		(5.04-1089.06) mg/L	k=2	5.04 mg/L ± 9.64 %	46.26 mg/L ± 1.57 %	124.77 mg/L ± 1.32 %	299.42 mg/L ± 0.69 %	1069.06 mg/L ± 1.83 %			
Dureza Total		(10.62-752.55) mg/L	k=2	10.62 mg/L ± 9.84 %	41.50 mg/L ± 2.34 %	265.91 mg/L ± 2.19 %	627.50 mg/L ± 0.71 %	752.55 mg/L ± 0.74 %			
Dureza Cálcica		(6.62-325.48) mg/L	k=2	6.62 mg/L ± 11.18 %	37.22 mg/L ± 2.71 %	101.09 mg/L ± 1.12 %	297.86 mg/L ± 1.23 %	325.48 mg/L ± 0.91 %			
Alcalinidad Total		(17.38-629.50) mg/L	k=2	17.38 mg/L ± 11.96 %	699.50 mg/L ± 1.79 %						
Nitrógeno Amoniacal		(0.10-1.34) mg/L	k=2	0.10 mg/L ± 27.83 %	0.72 mg/L ± 5.88 %	1.34 mg/L ± 4.48 %					
Hierro		(0.56-9.44) mg/L	k=2	0.56 mg/L ± 23.48 %	1.03 mg/L ± 14.55 %	2.85 mg/L ± 4.72 %	6.69 mg/L ± 3.68 %	9.44 mg/L ± 2.55 %			
Sólidos totales disueltos		(62.2-1186.7) mg/L	k=2	62.2 mg/L ± 24.6 %	197.1 mg/L ± 11.7 %	513.8 mg/L ± 9.9 %	798.7 mg/L ± 5.6 %	1186.7 mg/L ± 4.5 %			
DB5		(4.82-3356.87) mg/L	k=2	4.82 mg/L ± 19.60 %	31.37 mg/L ± 12.88 %	212.50 mg/L ± 10.05 %	534.17 mg/L ± 11.55 %	3356.87 mg/L ± 2.82 %			
Manganeso		(0.140-1.017) mg/L	k=2	0.140 mg/L ± 24.994 %	0.518 mg/L ± 8.240 %	1.017 mg/L ± 4.645 %					
Cadmio		(0.148-1.060) mg/L	k=2	0.148 mg/L ± 27.950 %	0.275 mg/L ± 15.783 %	0.538 mg/L ± 7.705 %	1.060 mg/L ± 4.026 %				
Sólidos Totales		(105.3-3491.6) mg/L	k=2	105.3 mg/L ± 20.4 %	3491.6 mg/L ± 2.8 %						
Calcio		(4.31-210.61) mg/L	k=2	4.31 mg/L ± 10.14 %	14.92 mg/L ± 2.86 %	40.52 mg/L ± 1.11 %	119.42 mg/L ± 1.23 %	210.61 mg/L ± 1.62 %			
Potasio		(2.16-49.69) mg/L	k=2	2.16 mg/L ± 11.35 %	3.26 mg/L ± 9.39 %	3.88 mg/L ± 7.42 %	4.52 mg/L ± 5.75 %	21.41 mg/L ± 4.79 %	49.69 mg/L ± 2.73 %		
Magnesio		(16.89-94.52) mg/L	k=2	16.89 mg/L ± 28.69 %	25.09 mg/L ± 22.87 %	49.29 mg/L ± 6.21 %	94.52 mg/L ± 14.05 %				
Sodio		(6.91-372.62) mg/L	k=2	6.91 mg/L ± 18.62 %	23.30 mg/L ± 5.73 %	43.53 mg/L ± 3.51 %	101.25 mg/L ± 8.64 %	232.94 mg/L ± 2.70 %	372.62 mg/L ± 5.55 %		
Silice		(12.80-79.62) mg/L	k=2	12.80 mg/L ± 24.00 %	22.12 mg/L ± 13.02 %	43.85 mg/L ± 6.68 %	63.83 mg/L ± 4.80 %	79.62 mg/L ± 3.78 %			
Sólidos suspendidos		(44.7-4750.7) mg/L	k=2	44.7 mg/L ± 28.0 %	257.6 mg/L ± 11.4 %	1882.0 mg/L ± 9.0 %	2977.8 mg/L ± 1.5 %	4750.7 mg/L ± 2.7 %			
DO		(20-133) mg/L	k=2	20 mg/L ± 28 %	41 mg/L ± 11 %	72 mg/L ± 5 %	101 mg/L ± 5 %	133 mg/L ± 6 %			
Zinc		(0.114-7.781) mg/L	k=2	0.114 mg/L ± 28.804 %	0.377 mg/L ± 13.089 %	0.887 mg/L ± 4.231 %	2.701 mg/L ± 5.738 %	7.781 mg/L ± 4.194 %			
Oxígeno Disuelto		(1.30-8.29) mg/L	k=2	1.30 mg/L ± 8.79 %	5.12 mg/L ± 10.15 %	8.29 mg/L ± 4.96 %					
Fosfatos		(0.996-9.707) mg/L	k=2	0.996 mg/L ± 25.775 %	2.210 mg/L ± 14.024 %	4.102 mg/L ± 6.559 %	9.707 mg/L ± 4.752 %				
Sulfatos con reactivo HACH		(6.00-620.00) mg/L	k=2	5.32 mg/L ± 25.91 %	15.45 mg/L ± 9.53 %	24.82 mg/L ± 12.83 %	620.56 mg/L ± 1.59 %				
Aceites y Grasas por Gravimetría		(40.0-576.0) mg/L	k=2	39.6 mg/L ± 21.5 %	102.8 mg/L ± 16.4 %	282.1 mg/L ± 19.4 %	576.8 mg/L ± 28.8 %				
Tensoactivos		(0.10 - 24.71) mg/L	k=2	0.40 mg/L ± 28.00 %	0.52 mg/L ± 28.58 %	0.68 mg/L ± 19.01 %	0.99 mg/L ± 16.37 %	1.28 mg/L ± 12.85 %	1.40 mg/L ± 13.59 %	24.71 mg/L ± 13.39 %	
Sulfuros		(0.300-7.00) mg/L	k=2	0.269 mg/L ± 28.413 %	0.387 mg/L ± 19.181 %	1.522 mg/L ± 9.572 %	7.612 mg/L ± 8.571 %				

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:
Nitritos y Sulfuros son expresados como NO2-N y NO3-N respectivamente.

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio





Laboratorio Nacional de Calidad de
Aguas y Sedimentos

INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-458
Pág. 1 de 3

USUARIO:		Geovanna Iza			
PERSONA DE CONTACTO:		Geovanna Iza			
DIRECCIÓN:		Latacunga, San Isidro Labrador-Pasaje Alma			
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	NR	0983717489	Email:	geovanna.iza8718@utc.edu.ec	
MÉTODO DE MUESTREO:		NR			
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	14/11/2022	09H30	OT:	22-139	
LUGAR DE ANÁLISIS:		LANCAS: Núñez de Vela N36-15 y Corea			
FECHA DE ANÁLISIS:		14/11/2022	a	17/11/2022	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:		25/11/2022			

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-22-458	Agua Natural	Cuenca Media punto 2	Cotopaxi Barrio Santa Ana, Río Pumacunchi	13/11/2022	17H28	17M761410 9908570
Observaciones / Condición de recepción de la muestra						
NA						

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 15-005"

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.

El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).

Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.

El Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos, LANCAS no realizará declaraciones de conformidad e interpretación de resultados con una especificación o norma, por lo que no se establecerá la regla de decisión.

NR: No Reporta

NA: No Aplica

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio

INAMHI
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
LABORATORIO NACIONAL
DE CALIDAD DE AGUA
Y SEDIMENTOS - LANCAS



Laboratorio Nacional de Calidad de
Aguas y Sedimentos

INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-458

Pág. 2 de 3

Párametros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B Modificado	ug/L	109,109
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,67
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,043 ^(a)
Coliformes fecales	PEMi02	Standard Methods Ed 23, 2017. 9221 E 1 Modificado	NMP/100 ml	2,8E+04

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

^(a) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



INFORME DE RESULTADOS

N°: 22-458
Pág. 3 de 3

RC38-06

VALORES DE INCERTIDUMBRE

MATRIZ	ENSAYO	INTERVALO DE TRABAJO	FACTOR DE COBERTURA	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Agua Natural, Residual y De consumo	Arsénico	(6,468-210,877) µg/L	k=2	6,468 µg/L ± 22,015 %	8,665 µg/L ± 17,320 %	9,417 µg/L ± 14,500 %	51,508 µg/L ± 6,880 %	93,487 µg/L ± 6,635 %	210,877 µg/L ± 4,235 %	
	Nitratos	(1,07-71,18) mg/L	k=2	1,07 mg/L ± 24,84 %	5,67 mg/L ± 4,54 %	10,44 mg/L ± 2,68 %	71,18 mg/L ± 1,34 %			
	Nitritos	(0,243-4,939) mg/L	k=2	0,243 mg/L ± 13,756 %	0,423 mg/L ± 7,478 %	1,946 mg/L ± 1,880 %	4,939 mg/L ± 1,800 %			
	Cobre	(44-479) Pt-Co	k=2	0,483 mg/L ± 16,417 %	0,714 mg/L ± 10,212 %	0,954 mg/L ± 8,069 %	1,489 mg/L ± 5,619 %	2,991 mg/L ± 4,104 %		
	Color aparente	(44-479) Pt-Co	k=2	44 Pt-Co ± 21 %	130 Pt-Co ± 13 %	252 Pt-Co ± 9 %	327 Pt-Co ± 4 %	479 Pt-Co ± 7 %		
	Color Real	(44-445) Pt-Co	k=2	44 Pt-Co ± 20 %	116 Pt-Co ± 11 %	254 Pt-Co ± 5 %	330 Pt-Co ± 5 %	445 Pt-Co ± 5 %		
	TPH	(0,80-152,21) mg/L	k=2	0,82 mg/L ± 24,91 %	1,63 mg/L ± 9,85 %	3,12 mg/L ± 9,65 %	4,34 mg/L ± 15,86 %	15,23 mg/L ± 5,03 %	152,23 mg/L ± 4,20 %	
	Fluoruros	(0,50-1,40) mg/L	k=2	0,50 mg/L ± 27,92 %	0,80 mg/L ± 15,14 %	1,40 mg/L ± 3,00 %				
	Turbidez	(0,96-989,33) NTU	k=2	0,96 NTU ± 14,89 %	30,94 NTU ± 6,11 %	120,00 NTU ± 6,41 %	307,95 NTU ± 3,42 %	626,35 NTU ± 2,92 %	989,33 NTU ± 2,10 %	
	Cloro Libre Residual	(0,07-3,8) mg/L	k=2	0,07 mg/L ± 29,39 %	0,54 mg/L ± 12,24 %	0,88 mg/L ± 4,40 %	8,9 mg/L ± 11,5 %	2,6 mg/L ± 7,8 %	3,8 mg/L ± 6,8 %	
Agua Natural, Residual	pH	(5,88-8,06) UPH	k=2	5,88 UPH ± 2,65 %	6,96 UPH ± 1,02 %	8,02 UPH ± 0,35 %	8,96 UPH ± 0,31 %			
	Conductividad	(7,3-6655,6) uS/cm	k=2	7,3 uS/cm ± 4,3 %	26,2 uS/cm ± 5,6 %	113,0 uS/cm ± 4,5 %	1104,5 uS/cm ± 0,7 %	2992,5 uS/cm ± 1,3 %	6655,6 uS/cm ± 3,5 %	
	Fósforo Total	(0,542-4,810) mg/L	k=2	0,542 mg/L ± 22,647 %	3,095 mg/L ± 7,050 %	4,810 mg/L ± 5,207 %				
	Cloruros	(5,84-1069,06) mg/L	k=2	5,84 mg/L ± 9,64 %	46,26 mg/L ± 1,57 %	124,77 mg/L ± 1,32 %	299,42 mg/L ± 0,69 %	1069,06 mg/L ± 1,83 %		
	Dureza Total	(10,62-752,55) mg/L	k=2	10,62 mg/L ± 9,94 %	41,50 mg/L ± 2,34 %	265,91 mg/L ± 2,19 %	527,50 mg/L ± 0,71 %	752,55 mg/L ± 0,74 %		
	Dureza Cálcica	(6,62-625,48) mg/L	k=2	6,62 mg/L ± 11,18 %	37,22 mg/L ± 2,71 %	101,09 mg/L ± 1,12 %	297,96 mg/L ± 1,23 %	525,48 mg/L ± 0,91 %		
	Alcalinidad Total	(17,38-669,50) mg/L	k=2	17,38 mg/L ± 11,06 %	609,50 mg/L ± 1,78 %					
	Nitrógeno Amomiacal	(0,10-1,34) mg/L	k=2	0,10 mg/L ± 37,83 %	0,72 mg/L ± 5,88 %	1,34 mg/L ± 4,48 %				
	Hierro	(0,56-6,44) mg/L	k=2	0,56 mg/L ± 23,48 %	1,03 mg/L ± 14,55 %	2,85 mg/L ± 4,72 %	6,69 mg/L ± 3,69 %	9,44 mg/L ± 2,95 %		
	Sólidos totales disueltos	(62,2-1186,7) mg/L	k=2	62,2 mg/L ± 24,6 %	197,1 mg/L ± 11,7 %	513,8 mg/L ± 9,9 %	798,7 mg/L ± 5,6 %	1186,7 mg/L ± 4,6 %		
	DB5	(4,82-3356,67) mg/L	k=2	4,82 mg/L ± 18,60 %	31,37 mg/L ± 12,88 %	212,50 mg/L ± 10,95 %	534,17 mg/L ± 11,55 %	3356,67 mg/L ± 2,82 %		
	Manganeso	(0,140-0,107) mg/L	k=2	0,140 mg/L ± 24,994 %	0,519 mg/L ± 8,240 %	1,017 mg/L ± 4,645 %				
	Cadmio	(0,148-0,106) mg/L	k=2	0,148 mg/L ± 27,800 %	0,275 mg/L ± 15,783 %	0,536 mg/L ± 7,705 %	1,060 mg/L ± 4,026 %			
	Sólidos Totales	(105,3-3491,6) mg/L	k=2	105,3 mg/L ± 20,4 %	3491,6 mg/L ± 2,8 %					
	Calcio	(4,31-210,61) mg/L	k=2	4,31 mg/L ± 10,14 %	14,92 mg/L ± 2,66 %	40,52 mg/L ± 1,11 %	119,42 mg/L ± 1,23 %	210,61 mg/L ± 1,62 %		
	Potasio	(2,16-49,69) mg/L	k=2	2,16 mg/L ± 11,35 %	3,26 mg/L ± 9,38 %	3,88 mg/L ± 7,42 %	4,52 mg/L ± 5,75 %	21,41 mg/L ± 4,79 %	49,69 mg/L ± 2,73 %	
	Magnesio	(19,89-64,52) mg/L	k=2	19,89 mg/L ± 28,69 %	25,09 mg/L ± 22,87 %	49,29 mg/L ± 6,21 %	64,52 mg/L ± 14,05 %			
	Sodio	(6,01-372,96) mg/L	k=2	6,01 mg/L ± 18,62 %	23,30 mg/L ± 6,73 %	43,53 mg/L ± 3,51 %	101,25 mg/L ± 8,64 %	232,94 mg/L ± 2,70 %	372,96 mg/L ± 5,55 %	
	Silice	(12,80-79,02) mg/L	k=2	12,80 mg/L ± 24,40 %	22,12 mg/L ± 13,02 %	43,65 mg/L ± 6,66 %	63,83 mg/L ± 4,80 %	79,02 mg/L ± 3,78 %		
	Sólidos suspendidos	(44,7-4750,7) mg/L	k=2	44,7 mg/L ± 26,07 %	257,8 mg/L ± 11,4 %	1862,0 mg/L ± 9,0 %	2677,8 mg/L ± 1,5 %	4750,7 mg/L ± 2,7 %		
	DQO	(20-133) mg/L	k=2	20 mg/L ± 28 %	41 mg/L ± 11 %	72 mg/L ± 5 %	101 mg/L ± 5 %	133 mg/L ± 6 %		
	Zinc	(0,114-7,787) mg/L	k=2	0,114 mg/L ± 28,904 %	0,377 mg/L ± 13,099 %	0,887 mg/L ± 4,231 %	2,701 mg/L ± 5,739 %	7,787 mg/L ± 4,184 %		
	Oxígeno Disuelto	(1,30-8,29) mg/L	k=2	1,30 mg/L ± 8,79 %	5,12 mg/L ± 10,15 %	8,29 mg/L ± 4,58 %				
	Fosfatos	(0,999-9,707) mg/L	k=2	0,999 mg/L ± 25,775 %	2,210 mg/L ± 14,024 %	4,102 mg/L ± 6,558 %	9,707 mg/L ± 4,752 %			
	Sulfatos con reactivo HACH	(6,00-620,00) mg/L	k=2	5,32 mg/L ± 25,81 %	15,45 mg/L ± 9,53 %	24,82 mg/L ± 12,83 %	620,56 mg/L ± 1,59 %			
	Acidos y Grasas por Gravimetría	(40,0-576,0) mg/L	k=2	39,6 mg/L ± 21,5 %	102,8 mg/L ± 16,4 %	282,1 mg/L ± 19,4 %	576,8 mg/L ± 29,9 %			
	Tensoactivos	(0,40 - 24,71) mg/L	k=2	0,40 mg/L ± 29,06 %	0,52 mg/L ± 28,58 %	0,68 mg/L ± 18,01 %	0,99 mg/L ± 16,37 %	1,26 mg/L ± 12,85 %	1,40 mg/L ± 13,69 %	24,71 mg/L ± 13,39 %
	Sulfuros	(0,300-7,00) mg/L	k=2	0,266 mg/L ± 29,413 %	0,387 mg/L ± 19,181 %	1,522 mg/L ± 9,572 %	7,612 mg/L ± 6,571 %			

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:
Nitratos y Nitritos son expresados como NO3-N y NO2-N respectivamente

Autorizado por:
Dra. Jeaneeth Cartagena
Coordinador de Laboratorio





INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N°. 22-459
Pág. 1 de 3

USUARIO:	Geovanna Iza		
PERSONA DE CONTACTO:	Geovanna Iza		
DIRECCIÓN:	Latacunga, San Isidro Labrador-Pasaje Alma		
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	NR	0983717489	Email: geovanna.iza6718@utc.edu.ec
MÉTODO DE MUESTREO:	NR		
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	14/11/2022	09H30	OT: 22-139
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS: Núñez de Vela N36-15 y Corea		
FECHA DE ANÁLISIS:	14/11/2022	a	17/11/2022
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	25/11/2022		

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-22-459	Agua Natural	Cuenca Baja punto 3	Cotopaxi Barrio Cevallos, Río Pumacunchi	13/11/2022	17H42	17M762578 9907821
Observaciones / Condición de recepción de la muestra						
NA						

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 15-005"

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.

Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.

El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).

Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.

El Laboratorio Nacional de Calidad de Agua y Sedimentos, LANCAS no realizará declaraciones de conformidad e interpretación de resultados con una especificación o norma, por lo que no se establecerá la regla de decisión.

NR: No Reporta

NA: No Aplica

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio





INFORME DE RESULTADOS

N° 22-459
Pág. 3 de 3

RC38-06

VALORES DE INCERTIDUMBRE

MATRIZ	ENSAYO	INTERVALO DE TRABAJO	FACTOR DE COBERTURA	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7
Agua Natural, Residual y De consumo	Arsénico	(6,468-210,877) ug/L	k=2	6,468 ug/L ± 22,015 %	8,665 ug/L ± 17,520 %	9,417 ug/L ± 14,500 %	51,508 ug/L ± 6,886 %	93,887 ug/L ± 6,635 %	210,877 ug/L ± 4,235 %	
	Nitratos	(1,07-71,18) mg/L	k=2	1,07 mg/L ± 24,84 %	5,67 mg/L ± 4,54 %	10,44 mg/L ± 2,68 %	71,18 mg/L ± 1,34 %			
	Nitritos	(0,243-4,939) mg/L	k=2	0,243 mg/L ± 13,756 %	0,423 mg/L ± 7,478 %	1,946 mg/L ± 1,880 %	4,939 mg/L ± 1,800 %			
	Cobre	(0,483-2,991) mg/L	k=2	0,483 mg/L ± 16,417 %	0,714 mg/L ± 10,212 %	0,954 mg/L ± 8,069 %	1,489 mg/L ± 5,619 %	2,991 mg/L ± 4,194 %		
	Color Aparente	(44-479) Pt-Co	k=2	44 Pt-Co ± 21 %	130 Pt-Co ± 13 %	252 Pt-Co ± 5 %	327 Pt-Co ± 4 %	479 Pt-Co ± 7 %		
	Color Real	(44-445) Pt-Co	k=2	44 Pt-Co ± 20 %	116 Pt-Co ± 11 %	254 Pt-Co ± 5 %	330 Pt-Co ± 5 %	445 Pt-Co ± 5 %		
	TPH	(0,82-152,23) mg/L	k=2	0,82 mg/L ± 24,91 %	1,63 mg/L ± 9,85 %	3,12 mg/L ± 9,65 %	4,34 mg/L ± 15,96 %	15,23 mg/L ± 5,03 %	152,23 mg/L ± 4,28 %	
	Fluoruros	(0,50-1,40) mg/L	k=2	0,50 mg/L ± 27,92 %	0,80 mg/L ± 15,14 %	1,40 mg/L ± 3,00 %				
	Turbidez	(0,95-989,33) NTU	k=2	0,96 NTU ± 14,89 %	30,94 NTU ± 6,11 %	120,00 NTU ± 6,41 %	307,95 NTU ± 3,42 %	628,35 NTU ± 2,92 %	989,33 NTU ± 2,10 %	
	Cloro Libre Residual	(0,07-3,8) mg/L	k=2	0,07 mg/L ± 29,39 %	0,54 mg/L ± 12,24 %	0,98 mg/L ± 4,40 %	0,9 mg/L ± 11,5 %	2,6 mg/L ± 7,9 %	3,8 mg/L ± 6,8 %	
Agua Natural, Residual	pH	(5,88-8,96) UpH	k=2	5,88 UpH ± 2,65 %	6,96 UpH ± 1,92 %	8,02 UpH ± 0,35 %	8,96 UpH ± 0,31 %			
	Conductividad	(7,3-6655,8) uS/cm	k=2	7,3 uS/cm ± 4,3 %	26,2 uS/cm ± 5,6 %	113,0 uS/cm ± 4,5 %	1104,5 uS/cm ± 0,7 %	2992,5 uS/cm ± 1,3 %	6655,8 uS/cm ± 3,5 %	
	Fósforo Total	(0,542-4,810) mg/L	k=2	0,542 mg/L ± 22,647 %	3,095 mg/L ± 7,050 %	4,810 mg/L ± 5,207 %				
	Cloruros	(5,94-1069,06) mg/L	k=2	5,94 mg/L ± 9,64 %	46,26 mg/L ± 1,57 %	124,77 mg/L ± 1,32 %	299,42 mg/L ± 0,69 %	1069,06 mg/L ± 1,83 %		
	Dureza Total	(10,62-752,55) mg/L	k=2	10,62 mg/L ± 9,94 %	41,50 mg/L ± 2,34 %	265,81 mg/L ± 2,19 %	527,50 mg/L ± 0,71 %	752,55 mg/L ± 0,74 %		
	Dureza Cálcica	(6,62-525,48) mg/L	k=2	6,62 mg/L ± 11,18 %	37,22 mg/L ± 2,71 %	101,08 mg/L ± 1,12 %	297,96 mg/L ± 1,23 %	525,48 mg/L ± 0,91 %		
	Alcalinidad Total	(17,38-609,50) mg/L	k=2	17,38 mg/L ± 11,06 %	609,50 mg/L ± 1,79 %					
	Nitrógeno Amoniacal	(0,10-1,34) mg/L	k=2	0,10 mg/L ± 27,83 %	0,72 mg/L ± 5,88 %	1,34 mg/L ± 4,48 %				
	Hierro	(0,56-9,44) mg/L	k=2	0,56 mg/L ± 23,48 %	1,03 mg/L ± 14,55 %	2,85 mg/L ± 4,72 %	6,69 mg/L ± 3,68 %	9,44 mg/L ± 2,55 %		
	Sólidos totales disueltos	(62,2-1186,7) mg/L	k=2	62,2 mg/L ± 24,6 %	197,1 mg/L ± 11,7 %	515,8 mg/L ± 9,9 %	798,7 mg/L ± 5,6 %	1186,7 mg/L ± 4,5 %		
	DBO5	(4,82-3356,67) mg/L	k=2	4,82 mg/L ± 18,60 %	31,37 mg/L ± 12,88 %	212,50 mg/L ± 10,95 %	534,17 mg/L ± 11,55 %	3356,67 mg/L ± 2,82 %		
	Manganeso	(0,140-1,017) mg/L	k=2	0,140 mg/L ± 24,994 %	0,519 mg/L ± 8,240 %	1,017 mg/L ± 4,645 %				
	Cadmio	(0,148-1,060) mg/L	k=2	0,148 mg/L ± 27,900 %	0,275 mg/L ± 15,783 %	0,536 mg/L ± 7,705 %	1,060 mg/L ± 4,026 %			
	Sólidos Totales	(105,3-3491,6) mg/L	k=2	105,3 mg/L ± 20,4 %	3491,6 mg/L ± 2,8 %					
	Calcio	(4,31-210,61) mg/L	k=2	4,31 mg/L ± 10,14 %	14,92 mg/L ± 2,66 %	40,52 mg/L ± 1,11 %	119,42 mg/L ± 1,23 %	210,61 mg/L ± 1,62 %		
	Potasio	(2,16-49,69) mg/L	k=2	2,16 mg/L ± 11,35 %	3,26 mg/L ± 9,39 %	3,89 mg/L ± 7,42 %	4,52 mg/L ± 5,75 %	21,41 mg/L ± 4,79 %	49,69 mg/L ± 2,73 %	
	Magnesio	(19,89-94,52) mg/L	k=2	19,89 mg/L ± 28,69 %	25,09 mg/L ± 22,67 %	49,29 mg/L ± 6,21 %	94,52 mg/L ± 14,05 %			
	Sodio	(6,01-372,96) mg/L	k=2	6,01 mg/L ± 18,62 %	23,30 mg/L ± 5,73 %	43,53 mg/L ± 3,51 %	101,25 mg/L ± 8,64 %	232,94 mg/L ± 2,70 %	372,96 mg/L ± 5,55 %	
	Silice	(12,80-79,02) mg/L	k=2	12,80 mg/L ± 24,40 %	22,12 mg/L ± 13,02 %	43,65 mg/L ± 6,68 %	63,83 mg/L ± 4,80 %	79,02 mg/L ± 3,78 %		
	Sólidos suspendidos	(44,7-4750,7) mg/L	k=2	44,7 mg/L ± 26,0 %	257,6 mg/L ± 11,4 %	1862,0 mg/L ± 9,0 %	2677,8 mg/L ± 1,5 %	4750,7 mg/L ± 2,7 %		
	DQO	(20-133) mg/L	k=2	20 mg/L ± 28 %	41 mg/L ± 11 %	72 mg/L ± 5 %	101 mg/L ± 5 %	133 mg/L ± 6 %		
	Zinc	(0,114-7,767) mg/L	k=2	0,114 mg/L ± 28,904 %	0,377 mg/L ± 13,099 %	0,887 mg/L ± 4,231 %	2,701 mg/L ± 5,738 %	7,767 mg/L ± 4,194 %		
	Oxígeno Disuelto	(1,30-8,29) mg/L	k=2	1,30 mg/L ± 8,79 %	5,12 mg/L ± 10,15 %	8,29 mg/L ± 4,56 %				
	Fosfatos	(0,996-9,707) mg/L	k=2	0,996 mg/L ± 25,775 %	2,210 mg/L ± 14,024 %	4,102 mg/L ± 6,558 %	9,707 mg/L ± 4,752 %			
	Sulfatos con reactivo HACH	(6,00-620,00) mg/L	k=2	5,32 mg/L ± 25,91 %	15,45 mg/L ± 9,53 %	24,82 mg/L ± 12,83 %	620,56 mg/L ± 1,59 %			
	Aceites y Grasas por Gravimetría	(40,0-576,0) mg/L	k=2	39,6 mg/L ± 21,5 %	102,8 mg/L ± 16,4 %	262,1 mg/L ± 19,4 %	576,6 mg/L ± 28,8 %			
	Tensoactivos	(0,40 - 24,71) mg/L	k=2	0,40 mg/L ± 29,06 %	0,52 mg/L ± 28,58 %	0,68 mg/L ± 18,01 %	0,99 mg/L ± 16,37 %	1,26 mg/L ± 12,95 %	1,40 mg/L ± 13,59 %	24,71 mg/L ± 13,39 %
	Sulfuros	(0,300-7,00) mg/L	k=2	0,266 mg/L ± 29,413 %	0,387 mg/L ± 19,181 %	1,522 mg/L ± 9,572 %	7,612 mg/L ± 6,571 %			

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Nitratos y Nitritos son expresados como NO3-N y NO2-N respectivamente.


Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



16.4. ANEXO VI AVAL CENTRO DE IDIOMAS