

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**PREVENCIÓN Y CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE RECURSOS
HÍDRICOS DE LA MANCOMUNIDAD DEL CHOCHÓ ANDINO**

**ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES EN EL
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CONTAMINANTES DE
LAS SUBCUENCAS DE LOS RÍOS ALAMBI Y CHIRAPE**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO**

ANDRES GEOVANNY ANDACHI LLIQUIN

andres.andachi@epn.edu.ec

DIRECTOR: JADY PAULINA PÉREZ GUAMANZARA

jady.perez@epn.edu.ec

DMQ, Febrero 2022

CERTIFICACIONES

Yo, ANDRES GEOVANNY ANDACHI LLIQUIN declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Andrés Geovanny Andachi Lliquin

Tesista

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por ANDRES ANDACHI, bajo mi supervisión.

Ing. Jady Paulina Pérez Guamanzara MSc.

DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

Andrés Geovanny Andachi Lliquin

Ing. Jady Paulina Pérez Guamanzara MSc.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance	2
1.4 Marco teórico	3
2 METODOLOGÍA.....	6
3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19
3.1 Resultados	19
3.2 Conclusiones.....	28
3.3 Recomendaciones.....	29
4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
5 ANEXOS.....	33
ANEXO I.....	33
ANEXO 2.....	34
ANEXO 3.....	35
ANEXO 4.....	36
ANEXO 5.....	37
ANEXO 6.....	38

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en tramos localizados de las sub cuencas de los ríos Alambi y Chirape de la Mancomunidad del Chocó Andino. Se determinó la calidad de agua mediante los parámetros: Oxígeno disuelto, pH, Conductividad, Turbidez, Sólidos Disueltos, DBO₅, DQO, Coliformes fecales, Tensoactivos y Cianuro; en época lluviosa. Los parámetros de calidad de agua fueron comparados con datos de investigaciones académicas realizadas en esta zona y también con los criterios de calidad establecidos en la legislación ambiental nacional, según el uso del recurso. Después, con el cálculo del índice de calidad de agua se encontró que en los puntos analizados del río Chirape, la calidad de agua es regular y su posible uso es agrícola. En cambio, para el río Alambi la calidad del agua es mala y no puede ser aprovechada a menos que sea tratada. Luego, se identificaron las actividades causantes de la contaminación y los aspectos ambientales más importantes: aguas negras, aguas grises, desechos sólidos, desechos agroquímicos, residuos orgánicos, malos olores y vectores. Con base en la información obtenida, se determinaron los impactos ambientales significativos: contaminación al agua, contaminación al suelo, agotamiento de recursos naturales y contaminación atmosférica. Se analizaron tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas residuales, acordes a las características de este territorio, mediante indicadores ambientales y sociales. Se determinó que el lecho de turba es apropiado para este tipo de aguas residuales debido a que: consume menor energía durante su operación, por su baja emisión de olores y alta eliminación de la demanda bioquímica de oxígeno, sólidos disueltos y patógenos. Finalmente, se expuso los resultados alcanzados a actores sociales de la Mancomunidad, involucrados en la gestión integral de los recursos hídricos, previa identificación de los mismos.

PALABRAS CLAVE: calidad de agua, tecnologías sostenibles, impacto ambiental, contaminación.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in localized sections of the sub-basins of the Alambi and Chirape rivers of the Mancomunidad del Chocó Andino. Water quality was determined using the following parameters: dissolved oxygen, pH, conductivity, turbidity, dissolved solids, BOD₅, COD, fecal coliforms, surfactants and cyanide during the rainy season. The water quality parameters were compared with data from academic research conducted in this area and also with the quality criteria established in the national environmental legislation, according to the use of the resource. Then, with the calculation of the water quality index, it was found that in the analyzed points of the Chirape River, the water quality is regular and its possible use is agricultural. On the other hand, for the Alambi River, water quality is poor and cannot be used unless it is treated. Next, the activities causing pollution and the most important environmental aspects were identified: sewage, gray water, solid waste, agrochemical waste, organic waste, bad odors and vectors. Based on the information obtained, significant environmental impacts were determined: water contamination, soil contamination, depletion of natural resources, and atmospheric contamination. Sustainable technologies for wastewater treatment were analyzed, according to the characteristics of this territory, using environmental and social indicators. It was determined that the peat bed is appropriate for this type of wastewater because it consumes less energy during its operation, due to its low odor emission and high elimination of biochemical oxygen demand, dissolved solids and pathogens. Finally, the results achieved were presented to social actors of the Mancomunidad involved in the integrated management of water resources, after identifying them.

KEYWORDS: water quality, sustainable technologies, environmental impact, pollution.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

La Mancomunidad del Chocó Andino es una zona del noroccidente de Quito, conformada por seis parroquias (Nanegalito, Nanegal, Calacalí, Pacto, Nono y Gualea), con una inmensa riqueza natural en biodiversidad y endemismo se encuentra dentro de la séptima reserva de biosfera del mundo (Torres & Peralvo, 2019). Sin embargo, debido a diversas actividades que se dan lugar en esta zona como los cambios de uso del suelo, la ganadería, la agricultura, acciones extractivas como la deforestación y la minería, y el aumento poblacional, causan un deterioro en el recurso hídrico (Ramírez, 2019).

Las subcuencas de los ríos Chirape y Alambi, del mismo modo que muchas cuencas hidrográficas en el Ecuador, toleran gran influencia sobre el recurso suelo, agua y faunístico. A causa de que están ubicadas en una zona con alta fertilidad en suelos y vastos bosques primarios, las diversas actividades humanas han ocasionado efectos inevitables sobre los ecosistemas. Además, el manejo inadecuado de las subcuencas ha provocado problemas en la regulación de la hidrología del sector por lo que es un problema el mantenimiento y aprovisionamiento de agua para las parroquias (CONSORCIO TCA, 2010).

Los principales aspectos ambientales contaminantes de los ríos Alambi y Chirape, según Gamba y Uquillas (2021) son aguas residuales industriales, municipales, de limpieza de chancheras, camales y actividades mineras. En estas aguas residuales se pueden encontrar poblaciones microbianas como bacterias, protozoos, virus, hongos, algas y helmintos. La presencia de estos organismos en el agua propagan enfermedades. También, se pueden encontrar en aguas residuales contaminantes químicos como nitrógeno, fósforo, detergentes, pesticidas e incluso metales pesados procedentes de actividades mineras (Rajasulochana & Preethy, 2016).

Con el interés de identificar alternativas de depuración de aguas residuales en este contexto, se analizan las tecnologías sostenibles que son procedimientos naturales de depuración que no requieren de una mayor área de implantación a comparación de las tecnologías convencionales, usan menos energía, no utilizan compuestos químicos, usan la vegetación acuática, el suelo y microorganismos para la eliminación de sustancias contaminantes y tienen una producción de lodos reducida, por lo que esta opción desde los ámbitos económico, social y ambiental es conveniente para zonas rurales (Pidre & Salas, 2007).

Para el desarrollo del componente, primero se realizó una recopilación y revisión de información sobre calidad de aguas residuales y recursos hídricos de los ríos seleccionados de la Mancomunidad del Chocó Andino de Pichincha. Se identificaron los proyectos y actores sociales relacionados con la protección y mejoramiento del recurso hídrico de la zona, además los impactos ambientales significativos en los tramos de los ríos Alambi y Chirape, y las actividades que los originan. Después de la revisión de la información de diferentes investigaciones que ya se desarrollaron en territorio, se realizó el análisis de tecnologías sostenibles de tratamiento de aguas con el apoyo de entrevistas a actores sociales y revisión de normas técnicas y legales. Finalmente, se socializó la identificación de los aspectos e impactos ambientales, los análisis de los datos disponibles respecto a los parámetros de calidad de agua, las alternativas de tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas y sugerencias de cómo podrían desarrollarse.

1.1 Objetivo general

Analizar tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas residuales contaminantes para los ríos Alambi y Chirape.

1.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la calidad de agua en tramos determinados de los ríos Alambi y Chirape.
2. Determinar los impactos significativos para el análisis de las tecnologías sostenibles de tratamiento de aguas residuales que podrían ajustarse a las necesidades del sector.
3. Socializar los aspectos e impactos ambientales, los métodos propuestos de tratamiento y cómo pueden involucrarse los actores sociales de las parroquias rurales.

1.3 Alcance

El alcance de este componente es la calidad de agua de los ríos Alambi y Chirape en la Mancomunidad del Chocó Andino (MCA), noroccidente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, los impactos ambientales significativos de las actividades que originan la contaminación y las alternativas de tecnologías sostenibles de tratamiento de

aguas. Se analiza desde una visión contextual y de cuenca hidrográfica, que involucra la percepción de actores sociales del territorio, además de la interpretación de los análisis físico-químicos de parámetros de calidad de agua.

1.4 Marco teórico

Calidad de agua y principales parámetros

La calidad del agua es la determinación de características químicas, físicas y biológicas del agua. Desde un enfoque de gestión de recursos hídricos el monitoreo del recurso agua se entiende como el muestreo y análisis continuo de los parámetros y condiciones del agua, para con ello identificar si el agua es de buena calidad en función del uso que se le dé (Alem, 2017).

Entre los principales parámetros que se estudian están:

Temperatura: algunos de los aspectos de la calidad del agua que están influenciados por la temperatura del agua incluyen olores, reacciones químicas, solubilidad y viscosidad. Como tal, la demanda biológica de oxígeno y la sedimentación dependen de la temperatura del agua (EPA, 2012).

Potencial hidrógeno (pH): se refiere al contenido de iones de hidrógeno del agua. El rango de pH aceptable para el agua potable está entre 6,5 y 9,5 (EPA, 2012).

Conductividad: refleja la capacidad de un material para pasar corriente eléctrica. Según su concentración de sales minerales, el agua es más o menos conductora (EPA, 2012).

Turbidez: manifiesta la presencia de sólidos en suspensión en el agua. En general, estos materiales son partículas muy pequeñas, como restos de rocas o microorganismos. Un aspecto muy turbio, incluso opaco, significa que la turbidez del agua es muy alta (EPA, 2012).

Sólidos: los sólidos pueden estar en suspensión o en solución cuando llegan al agua. Se puede determinar la cantidad de materia orgánica presente en el agua al medir el total de sólidos disueltos (Yaguachi, 2013).

Oxígeno Disuelto (OD): es un parámetro crítico de la calidad del agua que ayuda a determinar qué tan contaminada está el agua. El oxígeno disuelto se produce debido a la solubilidad del oxígeno. La cantidad de OD que se puede encontrar en el agua depende de

numerosos factores, entre los que se incluyen la salinidad, la presión y la temperatura del agua (Yaguachi, 2013).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): Los microorganismos como las bacterias utilizan la materia orgánica como fuente de alimento. Cuando este material se metaboliza, se consume oxígeno. Si este proceso tiene lugar en el agua, se consume el oxígeno disuelto del agua. En el caso de que haya una cantidad sustancial de materia orgánica, se consumen grandes cantidades de oxígeno disuelto para asegurarse de que la materia orgánica se descomponga. Si los niveles de DBO₅ son altos, el agua está contaminada (Yaguachi, 2013).

Demanda Química de Oxígeno (DQO): es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica presente en el agua (Yaguachi, 2013).

Coliformes fecales: se utiliza como indicador de contaminación fecal en el agua. La mayoría de los patógenos bacterianos que se encuentran típicamente en el agua causan enfermedades diarreicas como el cólera (Yaguachi, 2013).

Índice de calidad de agua

El índice de calidad de Agua ICA NSF es una herramienta útil para determinar temporal y espacialmente la calidad de agua en un cuerpo hídrico. Es un valor numérico comprendido entre 0-100, donde los valores cercanos a cero representan un agua de mala calidad y a medida que el resultado se aproxime a 100, la calidad del agua es mejor, en la Tabla 1.1 se muestra los rangos de calidad (Bajaña, 2018).

Tabla 1.1. Índice de calidad de Agua ICA NSF (Bajaña, 2018)

Criterio de uso	Rangos de calidad
Excelente	90-100
Buena	70-89
Media	50-69
Mala	25-49
Muy Mala	0-24

Tratamiento de aguas residuales

Conjunto de operaciones y procesos unitarios de origen físico-químico o biológico, o combinación de ellos mediante los cuales el agua usada, que ya no se puede devolver al ciclo del agua, se depura para que se pueda utilizar con otros fines. Se encuentran métodos convencionales y no convencionales de depuración (Pidre & Salas, 2007).

El tratamiento convencional de aguas residuales consiste en una combinación de procesos y operaciones físicas, químicas y biológicas para eliminar los sólidos, la materia orgánica y, a veces, los nutrientes de las aguas residuales. Los términos generales que se utilizan para describir los diferentes grados de tratamiento, en orden creciente de nivel de tratamiento, son tratamientos de aguas residuales preliminar, primario, secundario y terciario y/o avanzado (Oakley, 2005).

Tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas residuales

Las denominadas tecnologías sostenibles se basan en sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales, tienden a tener un costo más bajo y una operación y mantenimiento menos sofisticados. Aunque tales procesos tienden a requerir mucho terreno en comparación con los procesos biológicos convencionales, a menudo son más efectivos para eliminar patógenos y lo hacen de manera confiable y continua si se diseñan adecuadamente y no se sobrecargan (Pidre & Salas, 2007).

En muchos casos, los tratamientos sostenibles de aguas residuales pueden ser muy ventajosos por una variedad de razones:

Simplicidad: su diseño y construcción es muy simple lo que significa que diferentes desarrolladores pueden construirlos sin necesidad de personal altamente calificado para operarlos.

Rentabilidad: los procesos naturales de tratamiento de aguas residuales tienen un menor costo en términos de construcción, mano de obra y mantenimiento; esto incluye también los bajos costos de energía. Pero requieren espacio y terreno para ser efectivos, lo que puede ser costoso.

Eficiencia: generalmente son bastante eficientes en la eliminación de la mayoría de los contaminantes.

Estas tecnologías sostenibles de tratamiento de aguas residuales utilizan métodos acuáticos y tratamiento en terreno. Los métodos de tratamiento en terreno incluyen: filtro

verde, infiltración rápida, lechos de turba, lechos de arena. Los métodos de tratamiento acuáticos incluyen: lagunajes y humedales. En la Figura 1.1 se puede apreciar algunos de ellos (Pidre & Salas, 2007).



Figura 1.1. Tecnologías sostenibles (Pidre & Salas, 2007) 1. Métodos acuáticos. 2. Métodos en terreno

2 METODOLOGÍA

2.1. Evaluación de la calidad de agua en tramos de los ríos Alambi y Chirape.

Para realizar la evaluación primero se conoció el contexto geográfico e hidrográfico de la Mancomunidad del Chocó Andino de Pichincha.

Descripción de Zona de Estudio

La Mancomunidad del Chocó Andino está ubicada en el noroeste bajo del área Metropolitana de Quito (DMQ), en el Océano Pacífico en las Cordilleras Andinas occidentales (CONDESAN, 2015). Con una extensión de territorio de 1.242,96 km² y población de 18.112 habitantes distribuidas en las parroquias de: Nono, Calacalí, Nanegalito, Nanegal, Gualea y Pacto, ver Figura 2.1.

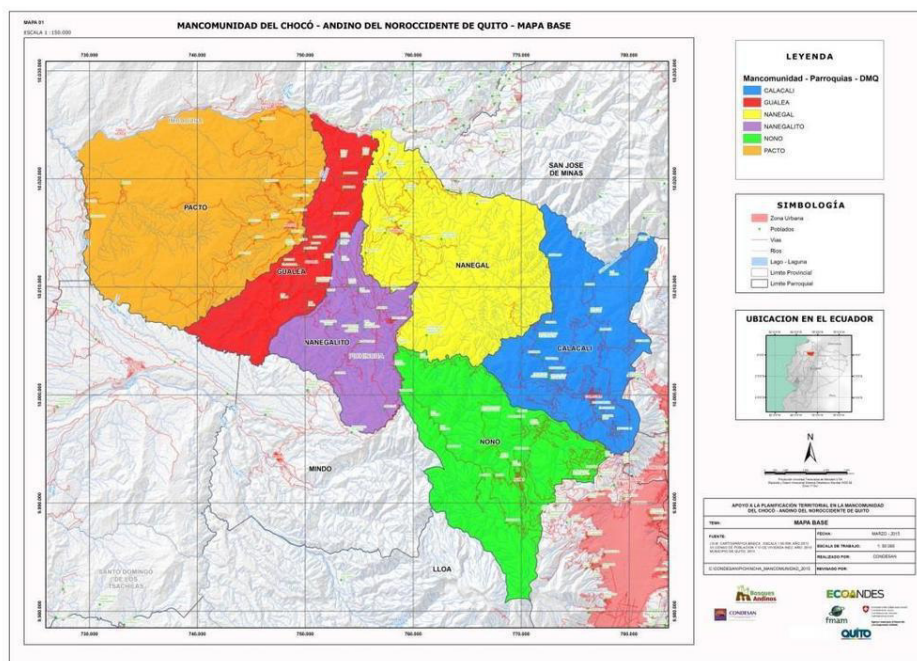


Figura 2.1. Mapa geográfico de la Mancomunidad de Chocó Andino (CONDESAN, 2015)

El territorio de la MCA se encuentra desde los 360 m.s.n.m, en la unión del Río Pachijal con el río Guayllabamba, hasta los 4.780 m.s.n.m cima del Guagua Pichincha. Al menos 7 tipos de clima se identifican en las diferentes zonas (CONDESAN, 2015). Según la información del Atlas Ambiental, Quito Sostenible 2016, en la MCA la temperatura media multianual fluctúa en tres rangos: entre 20 a 30 °C en las zonas bajas; entre 10 a 20 °C en la zona media–alta; y de 5 a 10 grados centígrados en las zonas más altas, como la parroquia Nono.

Cuencas Hidrográficas de la MCA

La red hidrográfica de la región de la MCA es parte de las cuencas mayores del río Esmeraldas y del río Guayllabamba. Como se observa en la Figura 2.2, las principales microcuencas encontradas son: Pachijal, Chirape, Alambi, Tulipe, Pichán, Mashpi, Guaycuyacu, Chaupi, Sahuangal, Blanco, Tanachi (Ramírez, 2019).

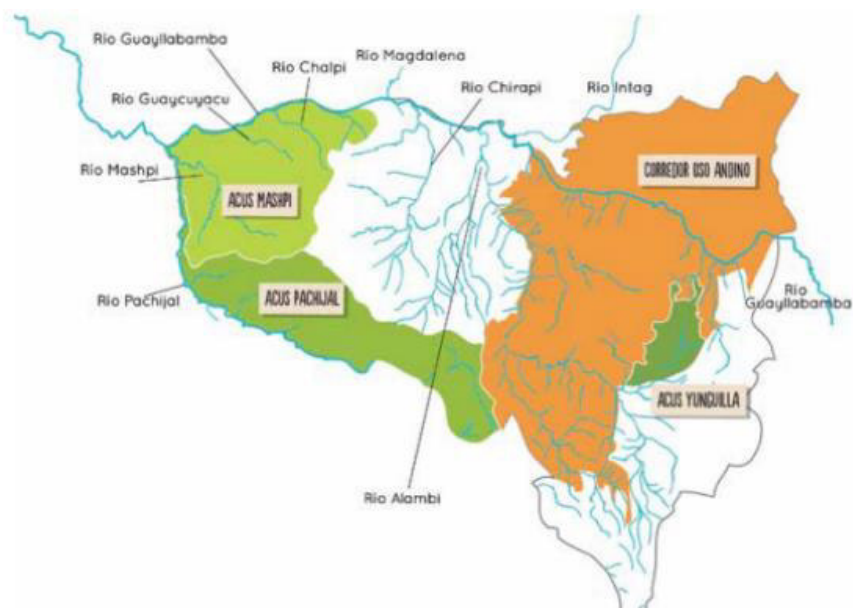


Figura 2.2. Cuencas hidrográficas de la MCA (Ramírez, 2019)

Identificación de Actividades Contaminantes

Para identificar las actividades contaminantes que se desarrollan alrededor de las subcuencas de los ríos Alambi y Chirape se consideraron las fuentes de contaminación (naturales, domésticas y productivas) ver Figura 2.3.

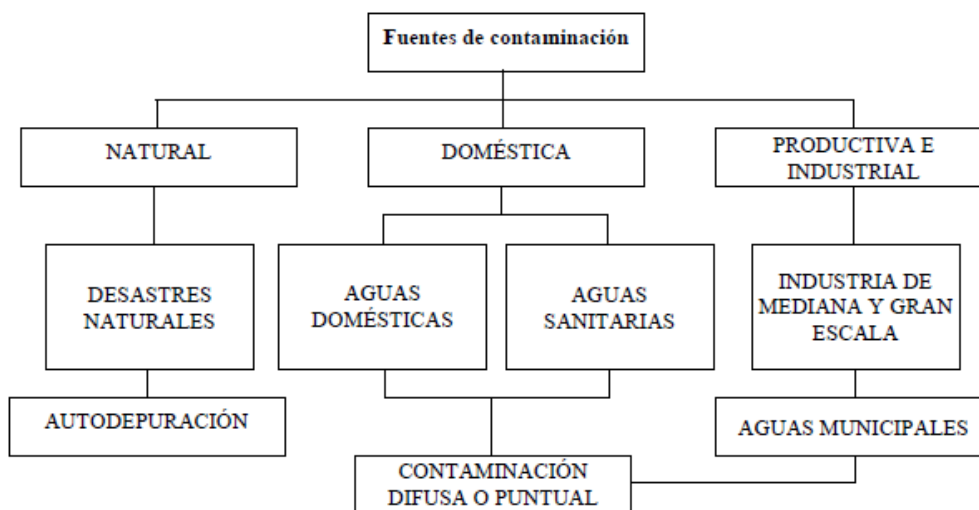


Figura 2.3. Fuentes de contaminación del agua (Pazmiño, 2016)

Para esta identificación se aprovecharon dos investigaciones académicas realizadas en esta zona, el trabajo de titulación “Desarrollo de un sistema de monitoreo comunitario de calidad del agua en la Mancomunidad del Chocó Andino” Gamba y Uquillas (2021), y el

trabajo de titulación “Valoración de la calidad del recurso hídrico de la sub cuenca del río Alambi y propuesta de plan de manejo”, Guacapiña y Lasso (2017). Con base en estos trabajos se realizó un recorrido, visita en campo, por los puntos predefinidos con los objetivos de evidenciar las actividades contaminantes y de realizar análisis de calidad de agua, in situ y de laboratorio.

Análisis in situ y de laboratorio de calidad de agua

Gamba y Uquillas (2021) realizaron el levantamiento de una línea base de calidad de agua en cuatro ríos de la Mancomunidad. Esta información sirvió como guía para realizar un nuevo monitoreo en los ríos de interés para la presente investigación. Cabe mencionar que por problemas de accesibilidad al río Chirape se consideraron puntos de muestreo del río Pishashi, importante microcuenca del río Chirape. Se verificaron los puntos de muestreo con la ayuda de la herramienta Google Earth y los puntos georreferenciados que se especifican en la Tabla 2.2 y en las Figuras 2.4, 2.5 y 2.6.

Tabla 2.2. Datos de los puntos de muestreo (Gamba y Uquillas, 2021)

Río	Código de punto	Coordenadas UTM WGS84	Altitud (msnm)	Coordenadas Google Earth
Pishashi	RC001	17 N 747479, 16965	1132	0°09'12.1"N 78°46'35.5"W
	RC002	17 N 749207, 18020	1037	0°00'17.2"N 78°45'39.7"W
Alambi	RA001	17 N 773772, 00529	2577	0°00'17.2"N 78°32'25.6"W
	RA002	17 N 758582, 15625	1085	0°08'28.5"N 78°40'36.6"W

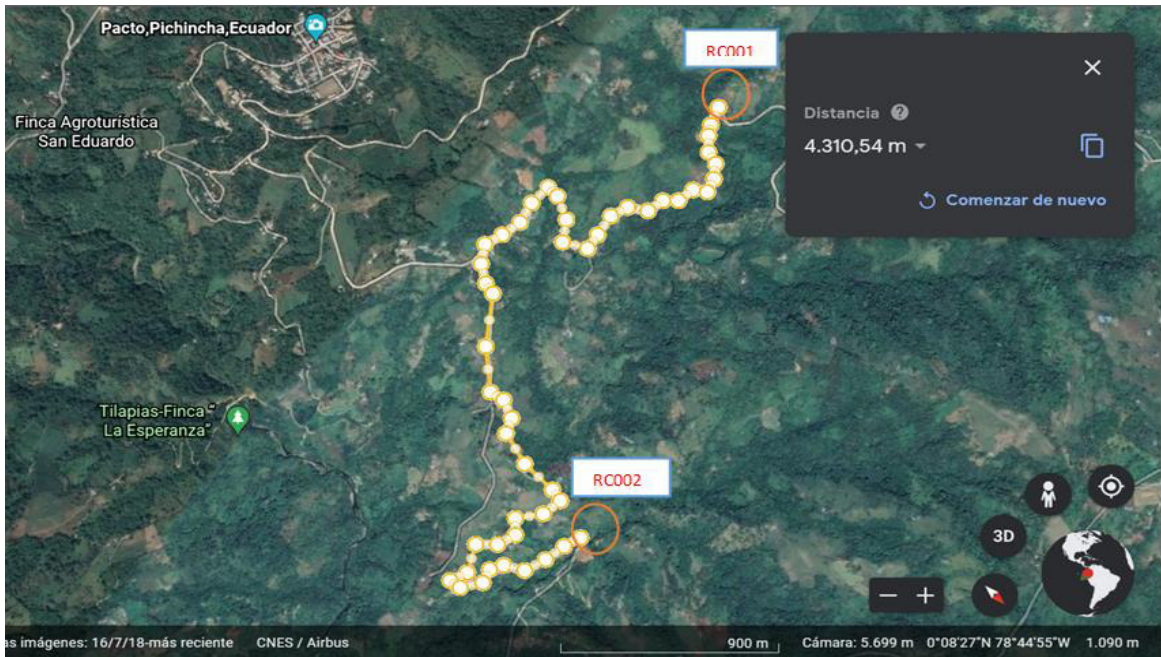


Figura 2.4. Puntos de muestreo río Pishashi. RC001 y RC002

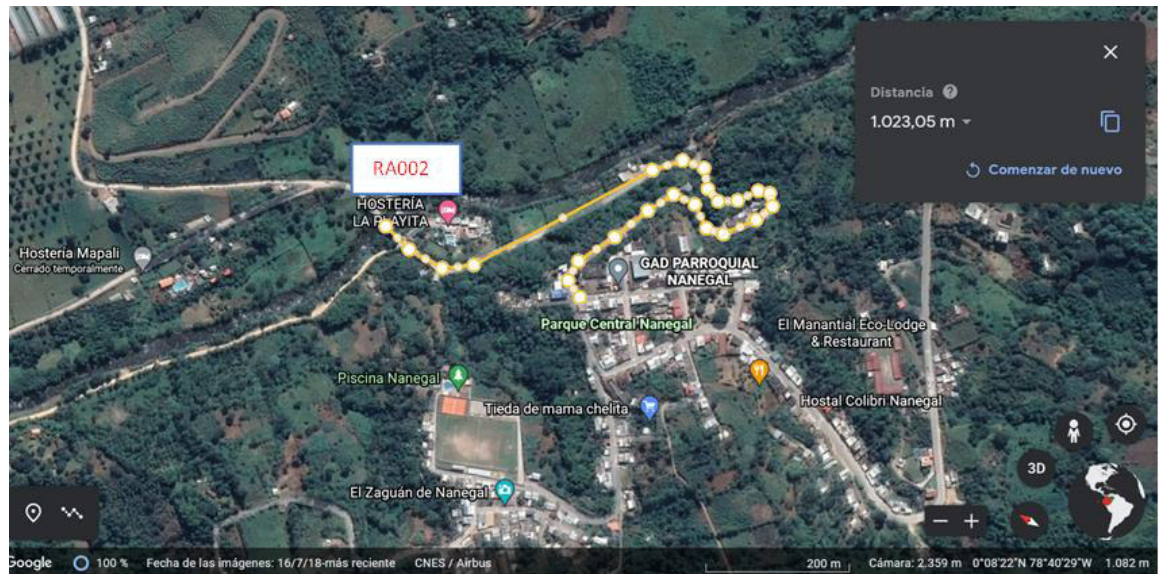


Figura 2.5. Punto de muestreo río Alambi. RA002

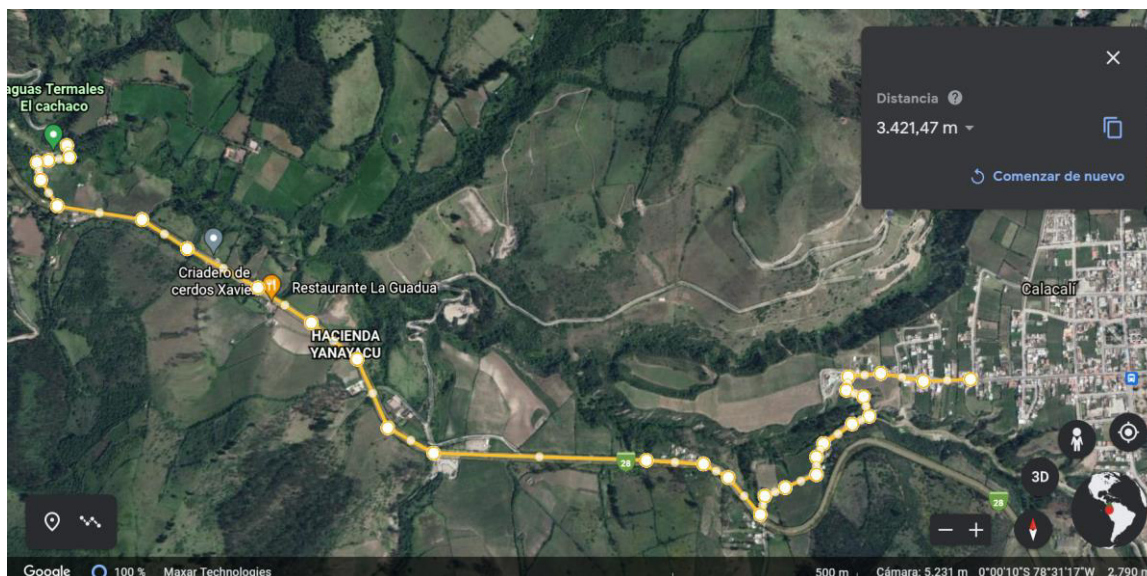


Figura 2.6. Punto de muestreo río Alambi. RA001

El jueves 26 de enero se realizó la toma de muestras de los ríos Pishashi y Alambi. Para ello se consideró la guía metodológica de la normativa INEN 2226 “TÉCNICAS DE MUESTREO Y DEL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS” en recipientes de plástico y vidrio ámbar, esto en función de los análisis a realizar y el tipo de preservante que se añadió cuando fue necesario utilizar, como se indica en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Almacenamiento y conservación de las muestras. Normativa INEN 2226

Parámetro	Recipiente	Preservación	Conservación
Oxígeno Disuelto	Vidrio		
pH	Vidrio		
Conductividad	Vidrio		
Turbidez	Vidrio		
Sólidos Disueltos	Vidrio		
DBO ₅	Vidrio	Refrigerar de 2 a 5 °C	24 horas
DQO	Vidrio	Refrigerar de 2 a 5 °C	5 días
Coliformes fecales	Plástico	Refrigerar de 2 a 5 °C	24 horas
Tensoactivos	Vidrio	Refrigerar de 2 a 5 °C	24 horas
Cianuro	Vidrio	Refrigerar de 2 a 5 °C, agregar NaOH hasta pH 12	1 mes

Para el muestreo y análisis in situ se tomó en cuenta la disposición de algunos materiales y equipos que sirvieron para realizar dicha actividad, entre los que están: medidor multiparamétrico HORIBA, turbidímetro HACH, envases roturalos de plástico (estériles) y de vidrio, hoja de registro de datos, cooler o conservadora con hielos, gotero o pipeta Pasteur, preservante, agua destilada y valde.

El primer río en el cual se realizó la toma de muestras junto con las mediciones de parámetros in situ fue el río Pishashi (Figura 2.7). Se tomaron muestras con envases de vidrio de 1.2 litros y frascos asépticos (frascos de muestra para orina) para los análisis de laboratorio. Se realizaron análisis in situ aguas arriba (RC001) y aguas abajo (RC002) con el equipo multiparamétrico de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT).



Figura 2.7. Toma de muestra RC001. Río Pishashi.

El segundo río en el cual se realizó la toma de muestra, junto con las mediciones de parámetros in situ, fue el río Alambi (Figura 2.8). De igual forma que para río Pishashi se tomaron muestras con botellones de vidrio de 1.2 litros y frascos asépticos (frascos de muestra para orina) para los análisis de laboratorio. Sin embargo, por motivos de accesibilidad, no se pudo realizar la toma de la muestra RA001, aguas arriba.



Figura 2.8. Toma de muestra RA002. Río Alambi

Análisis in situ

Los parámetros in situ fueron determinados con un turbidímetro HACH y una sonda multiparamétrica (Marca HORIBA), pertenecientes al laboratorio de la Escuela de Formación de Tecnólogos (ESFOT). Los análisis in situ que se realizaron en las microcuencas de los ríos Alambi y Chirape fueron: temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad, turbidez y sólidos disueltos totales.

Para la determinación de la temperatura, se procedió a lavar las sondas del equipo multiparamétrico con agua destilada y enseguida se retiró el exceso de agua destilada con la ayuda de toallas absorbentes. Se sumergió la sonda cubriéndola totalmente con el agua y se dejó reposar el equipo hasta obtener la estabilización del parámetro.

Para la determinación del potencial hidrógeno (pH), se procedió a lavar la membrana de cristal sensible al pH de la sonda multiparamétrica con agua destilada y luego se retiró el exceso de agua destilada con la ayuda de toallas absorbentes sin dejar rastros del material en el instrumento. Luego, se sumergió la sonda hasta cubrir el electrodo completamente, se dejó reposar la sonda por unos minutos hasta que la lectura acabó de estabilizarse y se anotó.

Para la conductividad con una jarra que previamente fue homogenizada, se tomó la muestra del sitio, se procuró lavar la sonda con agua destilada antes de su utilización, de esta forma se evitó obtener interferencias en la lectura. El exceso de agua fue secado con toallas de papel absorbente sin dejar rastros del material. La sonda fue sumergida

totalmente en la muestra y se dejó reposar el equipo por unos minutos hasta estabilizar la lectura, para luego anotarla.

Para el oxígeno disuelto, con una jarra previamente homogenizada, se tomó la muestra del sitio de estudio. Luego, se procedió a lavar la sonda cuidadosamente con agua destilada y exceso fue retirado con toallas de papel adsorbente, de esta forma se eliminaron posibles interferencias en la lectura. Se sumergió la sonda en la jarra hasta que se estabilizó el parámetro y luego se anotó.

Para la turbiedad, con agua destilada se limpió las celdas del turbidímetro y el exceso fue secado cuidadosamente con toallas de papel adsorbente. Con una jarra previamente homogenizada, se tomó la muestra del sitio. Una celda del turbidímetro contenía agua del río y otra celda contenía agua destilada como blanco. Se colocó en el turbidímetro, y se registró el valor medido.

Análisis de laboratorio

Todos los análisis de laboratorio fueron realizados por el Laboratorio de Investigación y Control Ambiental (CICAM). Las muestras correctamente etiquetadas fueron transportadas en una conservadora de hielos y entregadas no más de 24 horas después de haber sido tomadas. Los parámetros ensayados se detallan en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Parámetros ensayados en el laboratorio del CICAM

Muestra	Parámetro	Métodos
RC001/ RC002/ RA002	*DBO ₅	PE-V-06 SM Ed. 23 5210B/ Volumetría
RC001/ RC002/ RA002	*DQO	PE-V-01 SM Ed. 23 5220D/ Espectrofotometría VIS
RC001/ RC002/ RA002	Coliformes fecales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples
RA002	Tensoactivos	PE-V-03 SM ED.23, 2017, 5540 C/ Espectrofotometría VIS
RC001/ RC002	Cianuro	PE-V-22 SM Ed. 23, 2017 4500 CN- /Espectrofotometría VIS

*Acreditación N° SAE LEN 06-012

2.2. Determinación de los impactos significativos para el análisis de tecnologías sostenibles de tratamiento de aguas que podrían ajustarse a las necesidades del sector.

Gestión territorial sustentable, percepciones y necesidades

Para determinar los impactos significativos y conocer el contexto del trabajo realizado por todos los actores relacionados con la prevención y control de la contaminación del agua en la Mancomunidad, se revisó su Plan de Gestión Territorial (2015-2019). Luego, se realizó un acercamiento a actores sociales relacionados con la protección y mejoramiento del recurso hídrico de la zona, se destaca la Red de Jóvenes de la MCA.

Una reunión con la Red de Jóvenes se realizó el 22 de diciembre de 2021, de forma virtual a través de la plataforma “Zoom”, con el propósito de conocer, desde su perspectiva, sus ejes de trabajo y necesidades de la Mancomunidad del Chocó Andino. Luego se realizó una encuesta, ver Anexo 6, a través de la plataforma de Google Forms con el fin de conocer: sus áreas de trabajo, las actividades que consideran contaminantes, el conocimiento sobre monitoreo de calidad de agua y tecnologías ambientalmente sostenibles.

Análisis de actores sociales

La identificación de actores sociales es importante para recabar información y conocimientos que poseen con el propósito de encontrar soluciones viables, eficientes y sostenibles.

Como primer paso para el análisis de actores sociales, se identificaron las partes interesadas clave, es decir, aquellas que se ven afectadas por el resultado, de manera negativa o positiva, o aquellas que pueden afectar los resultados de la investigación propuesta, instituciones e individuos que potencialmente podrían afectar o ser afectados (NETSSAF, 2008).

Los criterios de identificación de actores para la gestión sostenible del agua respondieron a las siguientes preguntas:

- ¿Quiénes son las personas/grupos/instituciones que están interesadas en la iniciativa prevista? ¿Cuál es su papel (contaminador, regulador, consumidor directo, consumidor indirecto, etc.)?

- ¿Quiénes son los posibles beneficiarios?
- ¿Quién podría verse afectado negativamente? ¿Quién tiene restricciones sobre la iniciativa?
- ¿Quién puede impactar la iniciativa? ¿Quién tiene el poder de influir?

La identificación de actores se realizó a través de un proceso de lluvia de ideas para recopilar una lista exhaustiva de personas/grupos/instituciones. Luego, se recopiló la información en una matriz en la que se identificó por un lado los actores sociales de acuerdo a su nivel de gobierno y por el otro la posición, interés e influencia de los mismos.

Determinación de impactos significativos

Se aplicó una metodología simplificada de evaluación de impactos ambientales (EIA) con las actividades contaminantes identificadas, con el objetivo de determinar los aspectos ambientales significativos. Las características de este tipo de evaluación son:

- No se exige un nivel de profundización demasiado elevado.
- La valoración de impacto se hace de forma sencilla, se describe los criterios y valoración utilizada.

Para valorar el aspecto ambiental, también conocido como la “causa” de acuerdo con la Norma ISO 14001:2015 se consideraron los siguientes aspectos ambientales: Desechos agroquímicos, generación de sedimentos, disminución de la cobertura vegetal, consumo de agua, generación de estiércol, gases de efecto invernadero, desechos peligrosos, emisiones atmosféricas, generación de ruido, aguas negras y grises, desechos sólidos, malos olores, vectores.

En cuanto a la valoración del impacto ambiental, también conocido como el “efecto” de acuerdo con la Norma ISO 14001:2015 pueden ser: Contaminación al agua, reducción de recursos naturales, contaminación al suelo, contaminación al aire, contaminación acústica.

Luego de la identificación de todos los aspectos e impactos fue necesario evaluar cada uno de ellos para establecer el grado de significancia, se determinó mediante la Ecuación 2.1.

$$\text{Significancia} = R * G * P * D * Re \quad [1]$$

Ecuación 2.1. Grado de significancia

Donde:

R la relevancia del impacto

G la gravedad del impacto

P la probabilidad del impacto

D la duración del impacto

Re la reversibilidad del impacto

La relevancia del impacto se cuantifica de la suma de los puntos (entre 0 y 3). Cuando la respuesta a una de las tres preguntas es "Si" equivale a 1 punto mientras que "No" equivale a cero.

Para cuantificar la gravedad, probabilidad y duración del impacto se asigna una valoración entre 1 y 5. De acuerdo a la gravedad del efecto medioambiental se tiene: Ninguna, leve, moderado, serio y desastroso. Para la probabilidad es: improbable, poco probable, probable, muy probable y seguro. Para la duración es: inapreciable (momentánea), corta (varias horas), media (varios días), larga (varios meses), permanente (continua).

Finalmente, la reversibilidad del impacto se valora con una puntuación entre 1 y 3 para (fácil, posible y muy difícil), respectivamente.

Ya calculados los valores de significancia de todos los impactos se identifica al valor más alto, se asigna un valor porcentual mínimo y sobre la base de este se evalúa si el impacto es significativo o no. Por ejemplo, un impacto es significativo cuando es mayor al 10% del valor más alto de significancia. También, un impacto siempre será significativo cuando este asociado a un requisito legal.

Análisis de Tecnologías Sostenibles

Con base en los impactos ambientales significativos y la evaluación de la calidad del agua de las subcuencas Alambi y Chirape se revisaron alternativas de tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas residuales que mejor se ajusten a las necesidades del sector. Para esto se determinó indicadores ambientales y sociales según el criterio del Departamento de Coordinación de Políticas y Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, como se presenta en la Tabla 2.5 (UNDP/PCSD, 1995).

Tabla 2.5. Indicadores ambientales y sociales para el análisis de tecnologías sostenibles (UNDP/PCSD, 1995)

Indicador	Unidad medida
Medioambiental	
Consumo de energía	(kWh/m ³)
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	% Eliminación
Sólidos suspendidos	% Eliminación
Nitrógeno	% Eliminación
Fosforo	% Eliminación
Vegetación	Cualitativa
Social	
Participación	Cualitativa
Tamaño de la comunidad	Población/MGD
Estética	Nivel de molestia de los olores
Superficie necesaria	(m ² /hab)

El conjunto de indicadores seleccionados se basó en: (1) la relevancia de los indicadores para las diferentes tecnologías sostenibles de tratamiento, y (2) su capacidad para indicar el progreso hacia una sostenibilidad equilibrada o el alejamiento de la misma, es decir, la inclusión por igual de los aspectos medioambientales y sociales. (3) la etapa de vida en la que se aplican los indicadores, para este estudio se eligió la etapa de vida operativa del tratamiento de aguas residuales (UNDP/PCSD, 1995).

2.3. Socialización de los aspectos e impactos ambientales, los métodos propuestos de tratamiento y cómo pueden involucrarse los actores sociales claves de las parroquias rurales.

Se realizó una reunión virtual el 11 de febrero de 2022 a través de la plataforma de videoconferencia “Zoom” con actores sociales de la MCA para la presentación de resultados preliminares de calidad agua, impactos ambientales significativos de las subcuencas de los ríos Alambi y Chirape y posibles tratamientos en las fuentes con tecnologías ambientalmente sostenibles.

3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Resultados

Análisis comparativo de la calidad del agua

A continuación, en la Tabla 3.1, se presenta los resultados del monitoreo realizado en el río Pishashi, que es una importante microcuenca de la subcuenca del río Chirape, por la ESFOT en 2021 y por el DCN en 2022. Los parámetros analizados se indican en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Resultados de análisis físicos, químicos y criterio de calidad de agua según la norma del Anexo 1 del Acuerdo ministerial 097 A. Río Pishashi.

Río Pishashi						
Parámetro	Unidad	Resultado ESFOT-EPN (2021)		Resultado DCN-EPN (2022)		*Criterio de Calidad
		RA001	RA002	RA001	RA002	
Temperatura	°C	20.95	21.95	21.03	21.85	-
pH	-	7.69	8.25	6.61	6.01	6.5-9
% Oxígeno disuelto	mg O ₂ /l	75.7	60.4	66.5	69.6	>80
DQO	mg/l	5	<2	<10	<10	40
Sólidos disueltos	mg/l	94	64	133	77	3000
Turbidez	NTU	1.49	2.89	2.46	4.21	100
Coliformes fecales	NMP/100 ml	64	836	15	75	1000
Cianuro	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01

*Acuerdo Ministerial No. 097 A, Anexo 1 del Libro VI (TULSMA, 2015)

Los valores encontrados se compararon con los límites de norma establecidos, criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, frías o cálidas. Se observa que parámetros como el pH ha disminuido respecto al año anterior incluso es cercano al límite inferior del criterio de calidad. También el parámetro porcentaje de oxígeno disuelto ha disminuido y al comparar con el criterio de calidad, está por debajo del límite de 80 %. Otro parámetro que podemos observar que ha cambiado es la turbidez, en este caso ha aumentado, es el doble del año anterior, sin embargo, cumple

en criterio de calidad. El parámetro de coliformes fecales es alentador ya que se puede observar una notable disminución y que cumple el criterio de calidad.

A continuación, en la Tabla 3.2, se presenta los resultados de las muestras analizadas del río Alambi.

Tabla 3.2. Resultados de análisis físicos, químicos y criterio de calidad de agua según la norma del Anexo 1 del Acuerdo ministerial 097 A. Río Alambi.

Río Alambi					
Parámetro	Unidad	Resultado UCE (2017)	Resultado ESFOT-EPN (2021)	Resultado CICAM-EPN (2022)	*Criterio de Calidad
Temperatura	°C	20.3	21	21.85	-
pH	-	7.23	8.27	6.35	6.5-9
% Oxígeno disuelto	mg O ₂ /l	96	59.3	65.4	>80
Nitritos	mg/l	0.05	0.01	-	0.20
Nitratos	mg/l	2.40	6	-	13
DQO	mg/l	112	140	<10	40
DBO ₅	mg/l	81.33	65	<2	20
Sólidos disueltos	mg/l	-	72	63	3000
Turbidez	NTU	-	5.19	2.46	100
Coliformes fecales	NMP/100 ml	533	4800	460	1000
Tensoactivos	mg/l	-	0.15	0.025	0.5

*Acuerdo Ministerial No. 097 A, Anexo 1 del Libro VI (TULSMA, 2015)

Los valores encontrados se comparan con los límites de norma establecidos en el Anexo 1 del Acuerdo ministerial 097. Se puede observar que parámetros como el pH ha aumentado su nivel de acidez respecto a 2017 y 2021 e incluso se encuentra fuera del rango del criterio de calidad, pero es aceptable si se compara con el límite permisible de pH para uso agrícola. De la misma forma el porcentaje de oxígeno disuelto ha disminuido del 96 % en 2017 a 65.4 % en 2021, por lo que este parámetro incumple el criterio de calidad al ser menor al 80 %. La Demanda Química de Oxígeno (DQO) y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) se puede observar que para el 2017 y 2021 se encuentran muy por encima del criterio de calidad que es 40 y 20 mg/l respectivamente. Ahora bien,

los coliformes fecales para 2021 se puede observar que existió un fuerte incremento de su valor, 4800 NMP/100 ml, y se encuentra dentro del criterio de calidad.

Cabe señalar que todos los análisis de calidad de agua se realizaron en la época lluviosa, cuando el promedio de precipitación mensual es de 73.32 mm, de diciembre a mayo (INAMHI, 2020). Esto puede contribuir a la dilución de los parámetros analizados.

A continuación, en la Tabla 3.3, se presenta los resultados del índice de calidad de Agua ICA NSF que es una herramienta útil para determinar temporal y espacialmente la calidad de agua en un cuerpo hídrico.

Tabla 3.3. Índice de calidad de agua (Gamba y Uquillas, 2021)

Rio	Punto	ICA NSF	Calidad de agua	Posibles usos
Pishashi	RC001	61	Regular	Agricultura
	RC002	54	Regular	Agricultura
Alambi	RA001	35	Mala	Es un agua que no puede ser aprovechada a menos que sea tratada
	RA002	66	Regular	Agricultura

Para el río Pishashi en los puntos de muestreo la calidad de agua es regular y su posible uso es agrícola. En cambio, para un punto de muestreo de la subcuenca del río Alambi la calidad del agua es mala y no puede ser aprovechada a menos que sea tratada. De acuerdo con este resultado es inadecuado para uso pecuario o para riego (TULSMA, 2015)

Ahora bien, los resultados son un preocupantes, sobre todo para la subcuenca del río Alambi, pero ¿Qué está causando el deterioro de la calidad de agua en estas dos subcuencas? ¿Cuáles son los actores sociales involucrados en el mejoramiento del recurso hídrico de estas dos subcuencas?

A continuación, en la Tabla 3.4, se presenta la matriz de identificación de actores sociales en torno a los ríos Alambi y Chirape. Son quienes interactúan en el contexto de manejo de estas subcuencas de acuerdo con su posición, interés e influencia.

Tabla 3.4. Matriz de identificación de actores sociales en torno a los ríos Alambi y Chirape

NIVEL DE GOBIERNO/ DESICION	ACTORES SOCIALES	POSICION						INTERES					INFLUENCIA					
		DESCONOCIDO	OPOSICION ACTIVA	OPOSICION PASIVA	INDESISO	APOYO PASIVO	APOYO ACTIVO	DESCONOCIDO	POCO O NINGUN INTERES	ALGUN INTERES	INTERES MODERADO	MUCHO INTERES	DESCONCIDA	POCA O NINGUNA INFLUENCIA	ALGUNA INFLUENCIA	INFLUENCIA MODERADA	MUCHA INFLUENCIA	EL MAS INFLUYENTE
Nacional	Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables																	
	Ministerio del Ambiente (MAE)																	
Local	Distrito Metropolitano de Quito																	
	GAD de Calacalí																	
	GAD de Pacto																	
	GAD de Gualea																	
	GAD de Nanegalito																	
Comunitario	Red de Jóvenes de la MCA																	
	Red de Bosques Modelo																	
	Fundación Imaymana																	
Empresa Pública	ENAMI																	
	Manduriacu																	
	Palmira-Nanegal																	

A nivel nacional están: el Ministerio de Recursos no Renovables y el Ministerio del Ambiente (MAE), estos cumplen la función de impulsar el desarrollo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, energéticos y mineros, con responsabilidad social y ambiental. A nivel local se encuentran: el Distrito Metropolitano de Quito y los GAD's parroquiales de Calacalí, Pacto, Gualea y Nanegalito, estos buscan promover el desarrollo sustentable y territorial, y participan del manejo de las cuencas y microcuencas hidrográficas. A nivel de organizaciones ciudadanas, se destacan: la Red de Jóvenes de la Mancomunidad, la Red de Bosques Modelo y la Fundación Imaymana. Finalmente, a nivel de empresa pública se encuentran: ENAMI, Proyecto Madariacu y Proyecto Palmira Nanegal. Todos estos actores sociales son quienes participan de la gestión integral de estas subcuencas, fuentes naturales indispensable para la vida. Son quienes podrían ejecutar prácticas sostenibles y regenerativas, proponer alternativas para el desarrollo y con ello prevenir la contaminación de los recursos hídricos de esta zona.

En la Figura 3.1 se presenta la percepción de las causas de la contaminación considerada por la Red de Jóvenes de la Mancomunidad.

2. ¿Cuál cree usted que es la actividad que mayor impacto ambiental ocasiona en la MCA?

3

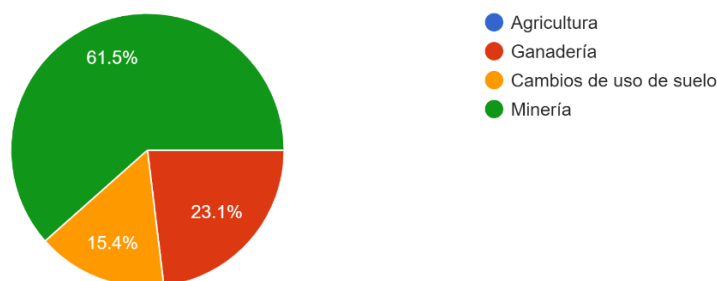


Figura 3.1. Resultado de actividades contaminantes según la Red de Jóvenes

Respecto a las actividades que según los encuestados consideran que generan mayor impacto ambiental en la MCA, el 61.5 % menciona que la minería. Hay 12 concesiones de minería metálica, que ocupan 17 863 hectáreas; y seis concesiones en trámite, con 9 899 hectáreas. “El 22.33 % del territorio de la Mancomunidad está concesionado a minería metálica” y una importante parte de la concesión está sobre la cuenca del río Chirape (Ramírez, 2019).

A continuación, en la Tabla 3.5 se presenta la identificación de los impactos ambientales significativos de las actividades que se desarrollan alrededor de estas dos subcuencas.

Tabla 3.5. Identificación de impactos ambientales significativos

Actividades		Descripción	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Relevancia	Gravedad	Probabilidad	Duración	Reversibilidad	Significancia
Productivas	Agrícola	Cultivos de caña de azúcar, de café, de cacao y de palmito.	Desechos agroquímicos	Contaminación al suelo y agua	3	3	4	3	2	216
			Generación de sedimentos	Contaminación al agua	1	1	2	2	1	4
			Disminución de la cobertura vegetal	Reducción de recursos naturales	1	2	2	2	1	12
			Consumo de agua	Reducción de recursos naturales	1	2	4	4	1	32
	Ganadera	Para las parroquias MCA es la principal actividad productiva. Bovino (ganado de leche o de carne) y porcino.	Generación de desechos orgánicos	Contaminación al suelo y agua	1	2	5	5	2	100
			Gases de efecto invernadero	Contaminación al aire	1	3	3	5	2	90
	Minera	El 17 % del territorio de la MCA está concesionado a mineras principalmente en las parroquias de Pacto, Gualea y Nanegal. La empresa ENAMI se encuentra en la etapa de exploración avanzada en la subcuenca del río Chirape.	Consumo de agua	Reducción de recursos naturales	1	1	4	3	2	24
			Desechos peligrosos	Contaminación al suelo y agua	3	4	3	2	3	216
			Emisiones atmosféricas	Contaminación al aire	2	3	3	3	2	108

Tabla 3.5. Identificación de impactos ambientales significativos (Continuación...)

Actividades		Descripción	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Relevancia	Gravedad	Probabilidad	Duración	Reversibilidad	Significancia
Servicio	Hidroeléctrica	El Proyecto Palmira-Nanegal se encuentra en funcionamiento en la subcuenca del río Alambi. Además, se planifica ejecutar otro Proyecto "La Maravilla".	Generación de ruido	Contaminación acústica	1	1	5	4	2	40
			Uso de agua	Reducción de recursos naturales	1	3	5	5	3	225
	Alcantarillado	Deficiente sistema de alcantarillado especialmente en la parroquia de Calacalí a pesar de ser designada como una zona industrial.	Aguas negras y grises. Desechos sólidos	Contaminación al agua y suelo	3	4	4	5	2	480
			Malos olores, vectores	Contaminación al suelo, Contaminación atmosférica	2	3	3	3	2	108

Los causantes de la contaminación van desde las actividades domiciliarias hasta las de servicio y productivas, toda acción humana alrededor de estas subcuencas hidrográficas le provocan cambios. La mayor causa de contaminación son aguas negras, aguas grises y desechos sólidos, ya que la significancia es de 480, el valor más alto de todos. A partir de este se identificó los demás impactos significativos como desechos químicos, generación de estiércol, desechos peligrosos, emisiones atmosféricas, uso de agua, malos olores y vectores también son importantes causantes de la contaminación en estas dos subcuencas.

Estos ríos se encuentran contaminados, sin embargo, el más afectado es el río Alambi, ya que recibe descargas de aguas servidas, basura, desechos sólidos, los que causan problemas de contaminación y de salud a la población que se encuentra asentada en sus alrededores. A esto se suma el uso indiscriminado de agroquímicos y fertilizantes, que como consecuencia de la filtración de los suelos y la falta de regulación por parte de las autoridades, son depositados en los ríos y quebradas. Esto da como resultado la degradación del recurso hídrico y su entorno.

Las áreas de bosques naturales en las partes altas han sido reemplazadas por pastos para la ganadería, lo que provoca la compactación del suelo, erosión y esto a la vez la pérdida de las fuentes de agua y su capacidad de regeneración natural. En las parroquias de Calacalí, Nanegal y Nanegalito el déficit de alcantarillado obliga a descargar las aguas servidas en las quebradas y ríos.

Tecnologías sostenibles

En la Tabla 3.6, se presenta algunas tecnologías ambientalmente sostenibles para tratamiento de aguas residuales apropiadas para esta zona con base en indicadores que incorporan la sostenibilidad ambiental y social.

Tabla 3.6. Tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas residuales

Indicador	Unidad medida	Métodos en terreno			Métodos acuáticos	
		Filtro verde	Infiltración rápida	Lecho de Turba	Lagunaje	Humedal
Ambiental						
Consumo de energía	kWh/m ³	30	28	44	120	136
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	% Eliminación	90-95	90-95	80-85	80-95	80-95
Sólidos suspendidos	% Eliminación	95-99	90-95	90-95	70-90	60-90
Nitrógeno	% Eliminación	90-95	30-95	10-50	55-95	60-90
Fósforo	% Eliminación	85-95	25-40	10-30	40-60	30-50
Vegetación	Si/No	No	Si	No	Si	Si
Social						
Participación	Comunitaria/Pública	Comunitaria	Comunitaria	Comunitaria	Pública-comunitaria	Pública-comunitaria
Tamaño de la comunidad	Población/MGD	Pequeña	Pequeña	Mediana	Pequeña	Pequeña
Estética	Nivel de molestia de los olores	Alta	Media	Baja	Baja	Media
Superficie necesaria	(m ² /hab)	10-90	1-22	0.6-1	6.5	

De los sistemas analizados, se encontró que los tratamientos en terreno representan el menor impacto general. Las ventajas de los sistemas de tratamiento en terreno incluyen un menor capital, costos de usuario resultantes y un bajo potencial para producir olores. Estos sistemas también tienen un bajo uso de energía durante la operación y una alta eliminación de la demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales, nitrógeno y patógenos. Los resultados sugieren que, con base en los indicadores de sostenibilidad desarrollados en este estudio, las tecnologías de tratamiento de aguas residuales de lagunas y tierras, demostraron ser una opción sostenible ya se toma en cuenta los problemas sociales y

ambientales, al seleccionar una tecnología para servir a las comunidades con tasas de generación de aguas residuales.

La construcción de cualquier sistema de depuración de aguas residuales puede ocasionar problemas a la población cercana si las instalaciones no están suficientemente alejadas, debido a la producción de ruidos, olores, presencia de insectos y a la posibilidad de riesgos sanitarios. Los sistemas que, en general, menos impacto de este tipo ocasionan, son los de lecho de turba. Por otra parte, los que causan más problemas a la población son los lagunajes debidos, sobre todo, a los olores que producen y a la posible proliferación de insectos (APHA, 2009).

La participación pública es a menudo un aspecto descuidado al seleccionar la tecnología de tratamiento de aguas residuales más adecuada para una comunidad en particular. Si bien algunas regulaciones designan una tecnología específica a través de un proceso de "mejor tecnología", las percepciones y preferencias de sociales para la selección e implementación de una tecnología en particular son importantes si se quiere integrar la tecnología con las preocupaciones de sostenibilidad locales.

3.2 Conclusiones

Los parámetros para el río Pishashi; DQO, sólidos disueltos, coliformes fecales y cianuro espacial y temporalmente no han sido alteros significativamente y están dentro del límite permisible establecidos en el Anexo 1 del Acuerdo Ministerial 097: Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Vida Acuática y Silvestre en Aguas Dulces. Dentro de este mismo criterio de calidad para este río parámetros como pH, oxígeno disuelto y turbidez si han cambiado y no cumplen el criterio de calidad.

Para el río Alambi el pH ha aumentado su nivel de acidez respecto a 2017 y 2021 e incluso se encuentra fuera de rango del criterio de calidad. Otro parámetro como el porcentaje de oxígeno disuelto ha disminuido del 96 % en 2017 a 65.4 % en 2021, por lo que este parámetro incumple el criterio de calidad al ser menor al 80 %. La Demanda Química de Oxígeno y la Demanda Bioquímica de Oxígeno tanto en 2017 como en 2021 se encuentran muy por encima del criterio de calidad que es 40 y 20 mg/l, respectivamente.

Para el río Pishashi en los puntos de muestreo la calidad de agua es regular y su posible uso es agrícola. En cambio, para un punto de muestreo de la subcuenca del río Alambi la calidad del agua es mala y no puede ser aprovechada a menos que sea tratada.

Los causantes de la contaminación van desde las actividades domiciliarias hasta las de servicio y productivas, toda acción humana alrededor de estas subcuencas hidrográficas le provocan cambios. Las causas importantes de la contaminación en estas subcuencas son aguas negras, aguas grises y desechos sólidos, desechos químicos, generación de estiércol, desechos peligrosos, emisiones atmosféricas, uso de agua, malos olores y vectores.

La construcción de cualquier sistema de depuración de aguas residuales puede ocasionar problemas a la población cercana si las instalaciones no están suficientemente alejadas, debido a la producción de ruidos, olores, presencia de insectos y a la posibilidad de riesgos sanitarios.

3.3 Recomendaciones

Tener en cuenta aspectos de seguridad al momento de realizar los monitoreos, para evitar accidentes en las tomas de muestra y también en la medición de parámetros in situ.

Es necesario reforzar la capacitación sobre el monitoreo comunitario de calidad del agua, en estas dos subcuencas.

Se recomienda establecer estrategias locales para estas dos subcuencas que permitan implementar diferentes mecanismos de gestión para proporcionar un manejo adecuado del recurso.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] APHA. (2009). Manual de Operaciones de Plantas de Tratamiento de Agua y Aguas Residuales, Segunda Edición. Estados Unidos: Asociación Estadounidense de Salud Pública.
- [2] Alem, N. (2017). *Monitoreo Comunitario del Agua: guía metodológica*. CENDA.
- [3] Bajaña, L. (2018). Calibración del Índice de Calidad del Agua (Ica) para la Cuenca Hidrográfica del Río Paute, Región Sur Interandina del Ecuador, basado en el Acuerdo Ministerial 097-A/2015 del Ministerio del Ambiente (Mae). Universidad Internacional SEK.
- [4] CONDESAN. (2015). Plan Especial para la Mancomunidad del Chocó Andino. Obtenido de CONDESAN. Obtenido de: <https://condesan.org/2018/08/06/plan-especial-la-mancomunidad-del-choco-andino-se-construye-desde-parroquia/>
- [5] CONSORCIO TRACTEBEL CAMINOSCA (2010). *Estudio de Impacto ambiental preliminar del proyecto hidroeléctrico Chirape*. Quito.
- [6] EPA. (2012). Chapter 5 Water Quality Conditions. Monitoring & Assessment. US EPA. Archive EPA. Recuperado 23 de febrero de 2022, de <https://archive.epa.gov/water/archive/web/html/vms50.html#:~:text=Water%20quality%20monitoring%20is%20defined,These%20may%20include%3A&text=Constituents%20found%20naturally%20in%20water,dissolved%20oxygen%2C%20bacteria%2C%20and%20nutrients>
- [7] Gamba, E., & Uquillas, J. (2021). *Desarrollo de un sistema de monitoreo comunitario de calidad del agua en la Mancomunidad del Chocó Andino*. Proyecto previo a la obtención del título de tecnólogo en agua y saneamiento ambiental. Quito: EPN.
- [8] Guacapiña, G., & Lasso, M. (2017). *Valoración de la calidad del recurso hídrico en la sub-cuenca del río Alambi y propuesta de plan de manejo*. Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero. Quito: UCE.
- [9] INAMHI. (2020). Boletín Climatológico Anual 2020. Editor: José Olmedo. Quito.
- [10] NETSSAF (2008): *Enfoque de planificación participativa de NETSSAF. Un tutorial para la planificación del saneamiento sostenible*. Red para el Desarrollo de Enfoques

Sostenibles para la Implementación de Saneamiento a Gran Escala en África (NETSSAF).

- [11] Oakley, S.M., (2005). *A case study of the use of wastewater stabilization ponds in Honduras*. Small Flows Quarterly 6 (2), 36–51.
- [12] Pazmiño, P. (2016). *Muestreo y medición en situ de parámetros físicos-químicos, en el Río Machángara, sector Sur-Quitumbe, parque lineal Las Cuadras*. Proyecto previo a la obtención del título de tecnólogo en agua y saneamiento ambiental. Quito: EPN.
- [13] Peñuela, G. (2016). *Manual de tecnologías sostenibles en el tratamiento de aguas*. Obtenido de <https://bit.ly/3oOgtti>.
- [14] Pidre, J., & Salas, J. (2007). *Manual de tecnologías no convencionales para la depuración de aguas residuales: Generalidades*. Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA).
- [15] Rajasulochana, P., & Preethy, V. (2016). *Comparison on efficiency of various techniques in treatment of waste and sewage water*. Resource-Efficient Technologies, 175-184.
- [16] Ramírez, A. (2019). *Red de Bosques Escuela*. Obtenido de: <http://www.bosquesmodelo.net/wp-content/uploads/2021/02/5.-Propuesta-educativa-Red-BESCHOCÓ-2013.pdf>
- [17] TULSMA. (2015). Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI ANEXO 1.
- [18] Torres, R., & Peralvo, M. (2019). *Dinámicas Territoriales en el Chocó Andino del DMQ: Estado actual, tendencia y estrategias para la conservación, restauración y uso sostenible*. Quito: Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN). Secretaría de Ambiente del DMQ y fundación Imaymana.
- [19] TUCCI & C.E.M. (2009). *Plan de manejo integral de los recursos hídricos en la cuenca alta del río Guayllabamba*. Quito: Banco Interamericano de Desarrollo Económico y Fondo para la Protección del Agua.
- [20] UNDP/CD. (1995). *The institutional dimension of sustainable development*. Obtenido de: http://www.dinamica-de-sistemas.com/paper/14_01.pdf

[21] Yaguachi, T. (2013). *Diagnóstico ambiental y desarrollo del plan de manejo y conservación de la subcuenca del río Chillayacu de la cuenca medio del río Jubones en la provincia del Oro. Chilla.*

5 ANEXOS

ANEXO 1. Itinerario para la toma de muestras en los ríos Alambi y Pishashi.

Actividades	26 de enero de 2022								
	10 h 00	10 h 30	12 h 30	13 h 30	14 h 30	16 h 30	17 h 30	18 h 30	20 h 30
Reunión EPN									
Salida									
Llegada a Pacto									
Toma muestra RC001 (Aguas arriba Pishashi)									
Toma muestra RC002 (Aguas abajo Pishashi)									
Llegada a Nanegal									
Toma muestra RA001 (Aguas abajo Alambi)									
Toma muestra RA002 (Aguas arriba Alambi)									
Retorno EPN									

ANEXO 2: Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Vida Acuática y Silvestre en Aguas dulces, Frías o Cálidas.

TABLA 3: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES FRÍAS O CÁLIDAS, Y EN AGUAS MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Amoniaco	NH ₃	mg/l	0,02	0,02	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5
Difeniles policlorinados (PCBs)	Concentración total de PCBs.	µg/l	1,0	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Cianuros	CN	mg/l	0,01	0,01	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01	0,01
Clorofenoles		mg/l	0,5	0,5	0,5
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	200	200	200
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Estaño	Sn	mg/l			2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Materia flotante	visible		Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0002	0,0001
Niquel	Ni	mg/l	0,025	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	> 80% OD Saturación	> 60% OD Saturación	> 60% OD Saturación
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Potencial de Hidrógeno	pH		6,5 – 9	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,01	0,01	0,01
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 5	Condiciones naturales + 5	Condiciones naturales + 5
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5	0,5

ANEXO 3: Resultados de Análisis Río Pishashi (aguas arriba)



ESCUELA
POLITÉCNICA
NACIONAL

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL

Campus Politécnico "José Robín Orellana Rosarte" • Calle Ladrón de Guevara E 11-253, Edificio Nro. 11
RUC: 1760005620001 | Tel.: (+593-2) 2976300 Ext.: 2151 • Línea directa: (+593-2) 3938864
Apartado 17-01-2759 • E-mail: cicam@epn.edu.ec • Quito - Ecuador



CICAM

INFORME DE RESULTADOS

Fecha: 03 de febrero de 2022

No. IRI-22-049

DATOS DEL CLIENTE:

Director proyecto-investigación: MSc. Jady Paulina Pérez Guamanzara
Nombre del tesista: Sr. Andrés Goovanny Andachi Lliquin
RUC: -
Dirección: -
Teléfono convencional: -
Teléfono celular: -
Correo electrónico: -

DATOS DEL LABORATORIO:

Fecha de recepción: 2022-01-27
No. Oferta de Servicio: OF22-038-1
No. Solicitud de trabajo: ST-22-013
Tipo de servicio: Servicio de ensayo aplicado a la investigación
Código de la muestra: MI-22- 049
Lugar de análisis: CICAM - Quito - Ladrón de Guevara E11-253
Fecha de análisis: 28 de enero al 02 de febrero de 2022
Temperatura de ingreso al laboratorio: 10,0°C

DATOS DE LA MUESTRA SUMINISTRADOS POR: CLIENTE

Nombre del Proyecto: -	Tipo de envase: -	N° de envases: -	Preservante: -
Fecha de muestreo: -	Vidrio: 1	1	No
Rotulación de la muestra: RC001	Vidrio: 1	1	No
Tipo de muestreo: Puntual	Vidrio: 1	1	Hidróxido de sodio (NaOH)
Tipo de muestra: Agua Natural	Plast. estéril: 1	1	No
Lugar de muestreo: Chiripi			
Origen de la muestra: Agua Arriba			
Responsable de muestreo: Cliente			

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/ MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
^(a) Cianuro total	PE-V-22 SM Ed. 23, 2017 4500 CN- /Espectrofotometría VIS	mg/L	< 0,010
^(a) Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅	PE-V-06 SM Ed. 23 5210B/ Volumetría	mg/L	< 2
^(a) Demanda química de oxígeno, DQO	PE-V-01 SM Ed. 23 5220D/ Espectrofotometría VIS	mg/L	< 10
^(a) Coliformes fecales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 mL	1,5 x 10
^(a) Coliformes totales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C/ Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 mL	1,5 x 10 ²

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Ed. Edición. PE: Procedimiento de Ensayo interno. N/A: No aplica.

Acreditaciones:

^(a) Acreditación N° SAE LEN 06-012. Alcance específico de la acreditación: www.acreditacion.gob.ec

^(a) Parámetro no acreditado

^(a) Parámetro medido in situ

Mayor información respecto a los métodos, incertidumbres de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitado.

Nota:

Este informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones recibidas

La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera

La incertidumbre de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera

El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados

En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma previa

Prohibida la reproducción parcial de este informe



Revisado y certificado por:
JAIRO ENRIQUE
JIMKIT
CHUINTIAM

Revisado por: Jairo Jimkit
RESPONSABLE TÉCNICO



Revisado y certificado por:
GRETA CAROLA
PIERRO NARANJO

Aprobado por: MSc. Carola Fierro
COORDINADORA DE LABORATORIO

ANEXO 4: Resultados de Análisis Río Pishashi (aguas abajo)



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL
 Campus Politécnico "José Robín Ordóñez Ríosarte" • Calle Ladrón de Guevara E. 11-253, Edificio Nro. 11
 RUC: 1760005620001 Telf: (+593-2) 2976300 Ext.: 2151 • Línea directa: (+593-2) 3938864
 Apertado 17-01-2759 • E-mail: cicam@epn.edu.ec • Quito - Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Fecha: 03 de febrero de 2022

No. IRI-22-050

DATOS DEL CLIENTE:

Director proyecto-investigación: MSc. Jady Paulina Pérez Guzmán
 Nombre del testista: Sr. Andrés Geovanny Andachi Lliquin
 RUC: -
 Dirección: -
 Teléfono convencional: -
 Teléfono celular: -
 Correo electrónico: -

DATOS DEL LABORATORIO:

Fecha de recepción: 2022-01-27
 No. Oferta de Servicio: OF22-038-1
 No. Solicitud de trabajo: ST-22-013
 Tipo de servicio: Servicio de ensayo aplicado a la investigación
 Código de la muestra: ME-22- 050
 Lugar de análisis: CICAM - Quito - Ladrón de Guevara E11-253
 Fecha de análisis: 28 de enero al 02 de febrero de 2022
 Temperaturas de ingreso al laboratorio: 10,0°C

DATOS DE LA MUESTRA SUMINISTRADOS POR: CLIENTE

Nombre del Proyecto: - Fecha de muestreo: - Rotulación de la muestra: RC002 Tipo de muestreo: Puntual Tipo de muestra: Agua Natural Lugar de muestreo: Chiripi Origen de la muestra: Aguas Abajo Responsable de muestreo: Cliente	<table border="0"> <tr> <td style="text-align: right;">Tipo de envase:</td> <td style="text-align: center;">Nº de envases:</td> <td style="text-align: center;">Preservante:</td> </tr> <tr> <td>Vidrio</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> <tr> <td>Vidrio</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> <tr> <td>Vidrio</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Hidróxido de sodio (NaOH)</td> </tr> <tr> <td>Plást. estéril</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">No</td> </tr> </table>	Tipo de envase:	Nº de envases:	Preservante:	Vidrio	1	No	Vidrio	1	No	Vidrio	1	Hidróxido de sodio (NaOH)	Plást. estéril	1	No
Tipo de envase:	Nº de envases:	Preservante:														
Vidrio	1	No														
Vidrio	1	No														
Vidrio	1	Hidróxido de sodio (NaOH)														
Plást. estéril	1	No														

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/ MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
⁽¹⁾ Cianuro total	PE-V-22 SM Ed. 23, 2017 4500 CN- /Espectrofotometría VIS	mg/L	< 0,010
⁽²⁾ Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅	PE-V-06 SM Ed. 23 5210B/ Volimetría	mg/L	< 2
⁽³⁾ Demanda química de oxígeno, DQO	PE-V-01 SM Ed. 23 5220D/ Espectrofotometría VIS	mg/L	< 10
⁽⁴⁾ Coliformos fecales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C / Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 mL	7,5 x 10
⁽⁵⁾ Coliformos totales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C/ Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 mL	7,5 x 10

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Ed. Edición. PE: Procedimiento de Ensayo interno. N/A: No aplica.

Acreditaciones:

⁽¹⁾ Acreditación N° SAE LEN 06-012. Alcance específico de la acreditación: www.acreditacion.gob.ec

⁽²⁾ Parámetro no acreditado

⁽³⁾ Parámetro medido en campo

Mayor información respecto a los métodos, incertidumbres de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitado.

Nota:

Este informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones recibidas

La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera

La incertidumbre de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera

El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados

En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma previa

Prohibida la reproducción parcial de este informe



Revisado por: Jairo Jimpihit
RESPONSABLE TÉCNICO



Aprobado por: MSc. Carola Fierro
COORDINADORA DE LABORATORIO

ANEXO 5: Resultados de Análisis Río Alambi (aguas abajo)



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL
 Campus Politécnico "San Rafael Orellana Riaverde" • Calle Ladrón de Quevedo E 11-253, Edificio No. 11
 RUC: 136005620011 Tel: (+593-2) 2935300 Ext.: 2153 • Línea directa: (+593-2) 3608864
 Apuntado 13-61-2759 • Email: cicam@epn.edu.ec • Quito - Ecuador



INFORME DE RESULTADOS

Fecha: 03 de febrero de 2022

No. IRI-22-050

DATOS DEL CLIENTE:

Director proyecto-investigación: MSc. Judy Paulina Pérez Guamanzara
 Nombre del testista: Sr. Andrés Oswarray Andachi Llojín
 RUC: -
 Dirección: -
 Teléfono convencional: -
 Teléfono celular: -
 Correo electrónico: -

DATOS DEL LABORATORIO:

Fecha de recepción: 2022-01-27
 No. Oferta de Servicio: OP22-038-1
 No. Solicitud de trabajo: ST-22-013
 Tipo de servicio: Servicio de ensayo aplicado a la investigación
 Código de la muestra: MI-22-050
 Lugar de análisis: CICAM - Quito - Ladrón de Quevedo E11-253
 Fecha de análisis: 28 de enero al 02 de febrero de 2022
 Temperatura de ingreso al laboratorio: 10,0°C

DATOS DE LA MUESTRA SUMINISTRADOS POR: CLIENTE

Nombre del Proyecto: -	Tipo de envase: -	Nº de envases: -	Preservante: -
Fecha de muestra: -	Vidrio: 1	No: -	
Rotulación de la muestra: RA002	Vidrio: 1	No: -	
Tipo de muestra: Pantanal	Plást. estéril: 1	No: -	
Tipo de muestra: Agua Natural			
Lugar de muestra: Alambi			
Origen de la muestra: Aguas Abajo			
Responsable de muestra: Cliente			

PARAMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/ MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
⁹¹ Tetraoxidos	PE-V-03 SM ED.23, 2017, 5540 C/ Espectrofotometría VIS	mg/L	< 0,025
⁹² Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅	PE-V-06 SM Ed. 23 5210B/ Volimetría	mg/L	< 2
⁹³ Demanda química de oxígeno, DQO	PE-V-01 SM Ed. 23 5220D/ Espectrofotometría VIS	mg/L	< 10
⁹⁴ Coliformes fecales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C/ Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 ml.	4,6 x 10 ⁻⁷
⁹⁵ Coliformes totales	PE-V-46 SM Ed. 23 9221B, 9221C/ Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100 ml.	4,6 x 10 ⁻⁷

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Ed. Edición. PE: Procedimiento de Ensayo interno. N/A: No aplica.

Acreditaciones:

⁹⁶ Acreditación Nº SAE IEN 06-012. Alcance específico de la acreditación: www.acreditacion.gub.ec

⁹⁷ Parámetro no acreditado

⁹⁸ Parámetro medido en campo

Mayor información respecto a los métodos, incertidumbres de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitado.

Nota:

Este informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones recibidas

La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera

La incertidumbre de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera

El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados

En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma previa

Prohíbida la reproducción parcial de este informe



Revisado por: Jairo Jimpiá
RESPONSABLE TÉCNICO



Aprobado por: MSc. Carolina Fierro
COORDINADORA DE LABORATORIO

ANEXO 6: Formato de encuesta aplicada a integrantes de la Red de Jóvenes

1. ¿En qué proyectos o programas de interés para la MCA se encuentra trabajando o le interesaría participar?

Sociales

Culturales

Ambientales

Otros:

2. ¿Cuál cree usted que es la actividad que mayor impacto ambiental ocasiona en la MCA?

Agricultura

Ganadería

Cambios de uso de suelo

Minería

Otros:

3. ¿Quién o quiénes cree usted que están trabajando activamente en la prevención y control de la contaminación en ríos de la MCA?

Autoridades seccionales

Lideres comunitarios

Habitantes

Empresa privada

Otros:

4. ¿Tenía conocimiento que existe un protocolo de monitoreo comunitario sobre la calidad de agua en los ríos de la MCA?

Totalmente

Parcialmente

Poco

Nada

5. ¿Conoce usted acerca de métodos de tratamientos de aguas residuales?

Totalmente

Parcialmente

Poco

Nada

6. ¿Le interesaría participar en un taller de capacitación sobre monitoreo de calidad de agua y métodos de tratamiento de aguas residuales?

Totalmente de acuerdo

De acuerdo

Indeciso

En desacuerdo