



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Ambiental

Evaluación de la calidad de agua, mediante la aplicación del índice de calidad del agua NSF en la microcuenca del Guarango, parroquia Quingeo – Cuenca – Azuay.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental

Autores:

María Belén Farías Chuqui

CI: 1313170597

Santiago Guazhambo Albarracín

CI: 0105549851

Tutora:

Ing. Alexandra Elizabeth Guanuchi Quito, Mgt.

CI: 0104604665

Cuenca, Ecuador

Abril, 2019



RESUMEN

La microcuenca del Guarango está ubicada en la parroquia rural de Quingeo, a 30 km de la ciudad de Cuenca, su área es de 1495 ha aproximadamente, dentro de esta se encuentran las comunidades de Punta Hacienda, Rumipamba y Quinzhaloma. Como primer punto de este estudio, se levantó una línea base de la microcuenca en la que se detallan aspectos sociales y ambientales, también se incluye el análisis y determinación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua en el río principal; tomando en cuenta 9 parámetros: pH, turbiedad, oxígeno disuelto, DBO₅, fosfatos, nitratos, sólidos totales, temperatura y coliformes fecales para comparación con la normativa y luego se calculó el Índice de Calidad del Agua de National Sanitation Foundation (ICA – NSF) de Estados Unidos; para ello, se realizaron cuatro campañas de monitoreo comprendidas entre los meses de noviembre, diciembre (2018) y enero (2019); en cuatro puntos de monitoreo ubicados en las quebradas: Nonadel–Bayan, Rumipamba–Monjas, Guarango y río Salado. A continuación, se identificaron impactos ambientales en la microcuenca, y se generó una matriz de valoración de impactos utilizando la metodología desarrollada por Conesa.

Los resultados obtenidos en el análisis de Índice de Calidad del Agua en la microcuenca, demuestran que la calidad del agua está en un rango de Buena a Media, además que se identificaron los impactos ambientales más significativos en el área de estudio. Finalmente se propone proyectos de prevención y mitigación para la problemática ambiental identificada con la matriz de valoración ambiental en la microcuenca del Guarango.

Palabras clave: Microcuenca. ICA. NSF. TULSMA. Evaluación de impactos. Plan de manejo ambiental.

**ABSTRACT**

The watershed of the Guarango is located in the rural parish of Quingeo, 30 km from the city of Cuenca, its area is approximately 1495 ha, and within this are the communities of Punta Hacienda, Rumipamba and Quinzhaloma. As the first point of this study, a baseline of the watershed was drawn up in which social and environmental aspects are detailed, it also includes the analysis and determination of physical, chemical and microbiological parameters of water in the main river; taking into account 9 parameters: pH, turbidity, dissolved oxygen, BOD₅, phosphates, nitrates, total solids, temperature and fecal coliforms for comparison with the regulations and then the Water Quality Index of the National Sanitation Foundation (WQI – NSF) of the United States was calculated; for this, four monitoring campaigns were carried out between the months of November, December (2018) and January (2019), in four monitoring points located in the streams: Nonadel-Bayan, Rumipamba-Monjas, Guarango and river Salado.

Then, environmental impacts were identified in the watershed, and a matrix of impact assessment was generated using the methodology developed by Conesa. The results obtained in the analysis of Water Quality Index in the watershed, show that the water quality is in a range of Good to Medium, in addition that the most significant environmental impacts in the study area were identified. Finally, prevention and mitigation projects are proposed for the environmental problems identified with the environmental assessment matrix in the Guarango watershed.

Keywords: Watershed, WQI. NSF. TULSMA. Impact assessment. Environmental management plan.

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	9
ÍNDICE DE ANEXOS	11
CLÁUSULAS	12
AGRADECIMIENTOS	16
DEDICATORIAS	17
1. INTRODUCCIÓN	18
1.1. Objetivos.....	20
1.1.1. Objetivo general	20
1.1.2. Objetivos específicos.....	20
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Generalidades.....	21
2.1.1. Contaminación del agua	21
2.1.2. Fuentes de contaminación	22
2.1.3. Plan de manejo ambiental.....	23
2.2. Monitoreo de agua	23
2.3. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos	23
2.3.1. Parámetros físicos.....	24
2.3.2. Parámetros químicos.....	25
2.3.3. Parámetros microbiológicos	26
2.4. Índices de calidad.....	27
2.4.1. Parámetros Índices de Calidad del Agua ICA - NSF	28



2.5.	Índice de Calidad del Agua ICA – NSF.....	28
2.6.	Normativa aplicable	29
3.	METODOLOGÍA	31
3.1.	Línea base microcuenca del Guarango	31
3.1.1.	Ubicación de la microcuenca.....	31
3.1.2.	Análisis de aspectos sociales	32
3.1.3.	Análisis ambiental	35
3.2.	Evaluación de calidad del agua.....	39
3.2.1.	Puntos de muestreo.....	39
3.2.2.	Toma y análisis de muestras	43
3.2.3.	Metodología para la determinación del ICA-NSF.....	47
3.3.	Plan de manejo ambiental (PMA).....	48
3.3.1.	Evaluación de impactos ambientales	49
3.3.2.	Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales	49
4.	RESULTADOS	52
4.1.	Calidad del agua en la microcuenca del Guarango	52
4.1.1.	Comparación de Caudales	52
4.1.2.	Resultados de parámetros analizados en el laboratorio	53
4.1.3.	Comparación de los parámetros analizados con la normativa.....	63
4.1.4.	Cálculo de Índice de Calidad del Agua ICA-NSF.....	68
4.2.	Evaluación de impactos ambientales	77
4.2.1.	Acciones susceptibles de producir impacto.....	79
4.2.2.	Factores ambientales representativos del impacto.....	80
4.2.3.	Identificación de impactos ambientales.....	81
4.2.4.	Valoración de impactos ambientales	83
4.3.	Plan de manejo ambiental	85
4.3.1.	Programa de protección de los recursos de la microcuenca del Guarango ...	85



4.3.2. Programa de Educación Ambiental para dueños de haciendas y terrenos de la microcuenca alta y media	101
4.3.3. Programa de promoción e implementación de una agricultura sostenible en haciendas bajo un sistema de producción ecológico.....	105
5. CONCLUSIONES	114
6. RECOMENDACIONES	116
7. BIBLIOGRAFÍA.....	117
ANEXOS	127

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Valoración de Índices de Calidad.....	29
Tabla 2. Población por comunidades de la microcuenca del Guarango.....	32
Tabla 3. Procedencia de agua para actividades diarias en las comunidades de Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba.....	33
Tabla 4. Servicio de alcantarillado en las comunidades de Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba.....	34
Tabla 5. Formas de eliminación de desechos sólidos en las comunidades de Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba.....	34
Tabla 6. Ubicación y coordenadas geográficas de los puntos de muestreo.....	39
Tabla 7. Fechas de las campañas de monitoreo.....	43
Tabla 8. Equipos y ensayos usados para monitoreos del agua.....	45
Tabla 9. Pesos ponderados para los parámetros del ICA – NSF propuesto por Brown en 1970.....	48
Tabla 10. Clasificación de los Impactos Ambientales según su relevancia.....	50
Tabla 11. Significado de los criterios para la valoración de Impactos Ambientales.....	50
Tabla 12. Parámetros analizados y obtenidos en la campaña 1.....	53
Tabla 13. Parámetros analizados y obtenidos en la campaña 2.....	54
Tabla 14. Parámetros analizados y obtenidos en la campaña 3.....	55
Tabla 15. Parámetros analizados y obtenidos en la campaña 4.....	55
Tabla 16. Comparación de los puntos 1 y 2 con la Tabla N°1 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 1.....	63
Tabla 17. Comparación de los puntos 1 y 2 con la Tabla N°1 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 2.....	64
Tabla 18. Comparación de los puntos 1 y 2 con la Tabla N°1 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 3.....	65
Tabla 19. Comparación de los puntos 1 y 2 con la Tabla N°1 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 4.....	65
Tabla 20. Comparación de los puntos 3 y 4 con la Tablas N°3 y N°5 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 1.....	66
Tabla 21. Comparación de los puntos 3 y 4 con la Tablas N°3 y N°5 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 2.....	67



Tabla 22. Comparación de los puntos 3 y 4 con la Tablas N°3 y N°5 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 3.....	67
Tabla 23. Comparación de los puntos 3 y 4 con la Tablas N°3 y N°5 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 4.....	68
Tabla 24. Resultados del cálculo de ICA-NSF de la campaña 1.....	69
Tabla 25. Resultados del cálculo de ICA-NSF de la campaña 2.....	70
Tabla 26. Resultados del cálculo de ICA-NSF de la campaña 3.....	71
Tabla 27. Resultados del cálculo de ICA-NSF de la campaña 4.....	73
Tabla 28. Análisis del impacto ambiental, en la microcuenca del Guarango de la parroquia rural de Quingeo.....	77
Tabla 29. Matriz de interacciones. Caracterización de impactos ambientales.....	78
Tabla 30. Acciones susceptibles de producir impacto en la microcuenca del Guarango....	79
Tabla 31. Factores ambientales representativos del impacto para la microcuenca del Guarango.....	80
Tabla 32. Identificación de impactos ambientales en la microcuenca del Guarango.....	82
Tabla 33. Resultados de Evaluación de Impactos Ambientales.....	84

**ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1. Ubicación de la parroquia Quingeo.....	32
Ilustración 2. Microcuenca del Guarango.....	35
Ilustración 3. Ubicación de los puntos de muestreo.	40
Ilustración 4. Toma de muestra, punto 1.	41
Ilustración 5. Medición con Multiparámetro HACH, punto 1.	41
Ilustración 6. Medición con Multiparámetro HACH, punto 2.	41
Ilustración 7. Toma de muestra, punto 2.	41
Ilustración 8. Toma de muestra, punto 3.	42
Ilustración 9. Medición del ancho del río, punto 3.....	42
Ilustración 10. Toma de muestra, punto 4.	42
Ilustración 11. Medición con Multiparámetro HACH, punto 4.	42
Ilustración 12. Toma de alícuota de muestras recolectadas.....	44
Ilustración 13. Rotular muestras.....	44
Ilustración 14. Filtración de aguas.....	44
Ilustración 15. Medición de parámetros.	44
Ilustración 16. Medición de caudal con molinete Global Water.	45
Ilustración 17. Comparación de los caudales obtenidos en cada una de las campañas con los puntos de monitoreo.	53
Ilustración 18. Variación temporal del parámetro temperatura en los diferentes puntos de monitoreo.....	57
Ilustración 19. Variación temporal del parámetro pH en los diferentes puntos de monitoreo.	57
Ilustración 20. Variación temporal del parámetro turbiedad en los diferentes puntos de monitoreo.....	58
Ilustración 21. Variación temporal del parámetro sólidos totales en los diferentes puntos de monitoreo.....	59
Ilustración 22. Variación temporal del parámetro fosfatos en los diferentes puntos de monitoreo.....	60
Ilustración 23. Variación temporal del parámetro nitratos en los diferentes puntos de monitoreo.....	61
Ilustración 24. Variación temporal del parámetro oxígeno disuelto en los diferentes puntos de monitoreo.....	61



Ilustración 25. Variación temporal del parámetro DBO 5 días en los diferentes puntos de monitoreo.....	62
Ilustración 26. Variación temporal del parámetro coliformes fecales en los diferentes puntos de monitoreo.....	63
Ilustración 27. Comparación de los ICA – NSF obtenidos en cada una de las campañas con los puntos de monitoreo.....	74
Ilustración 28. Correlación de los caudales obtenidos en cada una de las campañas con el ICA – NSF para el primer punto de monitoreo.	75
Ilustración 29. Correlación de los caudales obtenidos en cada una de las campañas con el ICA – NSF para el segundo punto de monitoreo.....	75
Ilustración 30. Correlación de los caudales obtenidos en cada una de las campañas con el ICA – NSF para el tercer punto de monitoreo.....	76
Ilustración 31. Correlación de los caudales obtenidos en cada una de las campañas con el ICA – NSF para el cuarto punto de monitoreo.	76



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Curvas estandarizadas para cálculo de ICA-NSF.	127
Anexo 2. Mapas temáticos.....	129
Anexo 2.1. Mapa de pendientes.....	129
Anexo 2.2. Mapa de uso de suelo.	130
Anexo 2.3. Mapa de conflictos uso de suelo.	131
Anexo 2.4. Mapa de hidrología y sistemas de captación de agua.	132
Anexo 3. Resultados de análisis de laboratorio de las campañas de muestreo.	133
Anexo 4. Evidencias de la situación actual de la microcuenca del Guarango.....	137



CLÁUSULAS

Cláusula de Propiedad Intelectual

María Belén Farías Chuqui, autora del trabajo de titulación “Evaluación de la calidad de agua, mediante la aplicación del índice de calidad del agua NSF en la microcuenca del Guarango, parroquia Quingeo – Cuenca – Azuay”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, abril del 2019

María Belén Farías Chuqui

C.I: 1313170597



Cláusula de Propiedad Intelectual

Santiago Guazhambo Albarracín, autor del trabajo de titulación “Evaluación de la calidad de agua, mediante la aplicación del índice de calidad del agua NSF en la microcuenca del Guarango, parroquia Quingeo – Cuenca – Azuay” certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, abril del 2019

Santiago Guazhambo Albarracín

C.I: 0105549851



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

María Belén Farías Chuqui en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Evaluación de la calidad de agua, mediante la aplicación del índice de calidad del agua NSF en la microcuenca del Guarango, parroquia Quingeo – Cuenca – Azuay”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, abril del 2019

María Belén Farías Chuqui

C.I: 1313170597



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Santiago Guazhambo Albarracín en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Evaluación de la calidad de agua, mediante la aplicación del índice de calidad del agua NSF en la microcuenca del Guarango, parroquia Quingeo – Cuenca – Azuay”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, abril del 2019

Santiago Guazhambo Albarracín

C.I: 0105549851



AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento al Ing. Marco Bustamante, por abrirnos las puertas de ETAPA EP y apoyarnos en el transcurso de la tesis al brindarnos información de primera mano. Por darnos apertura a nuevas experiencias de índole laboral para nuestro futuro como profesionales.

Al Doctor Geovanni Larriva, por brindarnos sus conocimientos durante el tiempo que estuvimos realizando los análisis en su laboratorio.

A la Ing. Alexandra Guanuchi, por aceptar ser nuestra tutora. Además de brindarnos su apoyo y consejo para culminar con nuestro proyecto de titulación.

También agradecemos a las personas que colaboraron en los monitoreos, con su predisposición para ayudar y brindarnos sugerencias.



DEDICATORIAS

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y brindarme salud para ver reflejado los resultados de mis estudios. A mis padres Santiago y Lilia, quienes depositaron su confianza en mí al enviarme lejos de casa, he hicieron esfuerzos para que obtuviese una educación de calidad. Gracias por los consejos y valores inculcados desde niña. A mí no tan pequeña hermana Claudia, por ser mi motivación, espero te sientas orgullosa de mí. A mis familiares, por su preocupación y palabras de aliento en el transcurso de mi vida universitaria. A mis amigos, por haber compartido aulas y momentos gratos. A mi compañero de tesis Santiago, por apoyarme en estos seis años de estudios y por tener la suficiente paciencia conmigo. A las personas que creyeron en mí y a las que no, Gracias.

María Belén Farías Chuqui

A mis padres, hermano y demás familia por el apoyo incondicional. A mi padre Ramiro, por siempre apoyarme y darme ese aliento necesario para continuar en los estudios y a mi madre Nelly, por su consejo siempre dirigido a mejorar como persona, con su ejemplo de perseverancia y constancia ante la vida y sus adversidades. De manera especial a mi compañero de vida, Diego mi hermano, por su ejemplo continuo de esfuerzo y superación. A mi compañera de tesis Belén, por el apoyo y amor incondicional para realizar un logro más de vida.

Santiago Guazhambo Albarracín



1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación busca conocer la calidad del agua que posee la microcuenca del Guarango ubicado en la parroquia de Quingeo, mediante la aplicación del Índice de Calidad del Agua propuesto por Brown en 1970 apoyado por la National Sanitation Foundation (NSF), que toma en consideración nueve parámetros, obtenidos a través del exhaustivo cuestionario realizado a 142 reconocidos expertos en la gestión de agua proveniente de los Estados Unidos (Salcedo et al., 2018).

El agua se considera un recurso indispensable para el medio ambiente, por tal motivo su conservación garantiza la salud de los diferentes compartimientos ambientales (Rodríguez, Bustamante, & Mirabal, 2011). Los distintos cuerpos de agua superficiales trascienden en el funcionamiento y desarrollo de la naturaleza y las actividades humanas, permitiendo un abastecimiento necesario para mantener un sistema complejo conformado por la naturaleza y el hombre. Sin embargo, el progresivo deterioro de los ríos por la descarga de residuos de origen antrópico, sin reconocer que su capacidad para asimilarlos y por consiguiente depurar es limitada, genera graves problemas al recurso hídrico y la disponibilidad del mismo (Rodríguez, Serna, & Sánchez, 2016).

Los estudios de calidad implican el análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos en las fuentes hídricas, los mismos que constituyen un requisito necesario para evaluar en qué estado de salud se encuentra el recurso, ya que en la actualidad la misma está expuesta a un proceso de degradación continua (Guzmán, Nava, & Bevilacqua, 2015). Un mecanismo apto para esta tarea, lo constituyen los ICA, los cuales indican el grado de contaminación del agua, resumiendo, una cantidad de información a una categoría simple y entendible (Álvarez et al., 2006).

Los recursos naturales presentes en una microcuenca constituyen un motivo de preocupación para entidades públicas, privadas y la población en general; que requieren el desarrollo de acciones encaminadas a establecer capacidades de gestión y regulación en el manejo del agua, suelo y biodiversidad para favorecer el desarrollo de las comunidades rurales y asegurar el bienestar del medio. Ya que actividades como la agricultura, ganadería, tala de bosques nativos y explotación de otros recursos, que son desarrolladas por las comunidades y organizaciones locales, colonos y propietarios privados asentados dentro de las cuencas, subcuencas y microcuencas, ocasionan una presión considerable a los elementos naturales y a su biodiversidad (FAO, 2001).



La microcuenca del Guarango presenta una situación compleja, pues las zonas altas son las que aportan agua para consumo humano, siendo su conservación y manejo de importancia para la población. Estas zonas captadoras y reguladoras de agua se encuentran amenazadas con actividades desfavorables como son la deforestación y prácticas agropecuarias inadecuadas siendo las principales causantes de la fragmentación de los recursos naturales en la microcuenca.

En este estudio además de aplicar el ICA – NSF, se identificaron impactos negativos mediante visitas de campo previas a la zona de estudio, y para la evaluación se utilizó la metodología diseñada por Conesa. En base a los resultados obtenidos se procedió a elaborar propuestas para la conservación y mitigación de los efectos adversos, en los recursos agua, flora y suelo.



1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua de la microcuenca del Guarango mediante la aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA – NSF).

1.1.2. Objetivos específicos

- Establecer una línea base del área de estudio determinando aspectos sociales y ambientales de la zona en estudio.
- Determinar la calidad del agua actual de la microcuenca del Guarango mediante los análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.
- Establecer los principales problemas ambientales de la microcuenca.
- Proponer un plan de manejo ambiental para la microcuenca en estudio.



2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

La demanda mundial de agua ha ido aumentando a un ritmo del 1% anual aproximadamente en función del aumento de población, el desarrollo económico y los cambios en los patrones de consumo, entre otros factores. Desde los años 90, la contaminación del agua no ha hecho más que empeorar en casi todos los ríos de América Latina. Así, se espera que la calidad del agua se deteriore aún más en las próximas décadas, lo que aumentará las amenazas para la salud humana, el medio ambiente y el desarrollo sostenible (UNESCO, 2018).

El recurso hídrico está soportando una presión creciente a consecuencia del crecimiento de la población, el incremento de las actividades agropecuarias y asentamientos humanos no planificados. Es así, que el deterioro de la calidad del agua en los ecosistemas de montaña causado por la contaminación aguas arriba, incide directamente sobre el uso aguas abajo, amenazando la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, reduciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por el agua de calidad (López & Madroño, 2015).

2.1.1. Contaminación del agua

Los ríos y cuerpos de agua deben ser estudiados, al tener fuertes alteraciones por la presencia de ganado, asentamientos humanos, carreteras y captaciones. La demanda creciente de agua indispensable para la agricultura, la ganadería y el consumo doméstico ha creado una enorme competencia por el recurso hídrico. En este contexto, los estudios sobre las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua deben ser realizados en forma periódica para garantizar la calidad del mismo (Murgueitio, Powney, & Ortega, 2015).

Es así, que las fuentes de agua son abastecidas principalmente por el ciclo continuo del agua. La composición química del agua de un río es muy variable, siendo el resultado entre la interacción del agua de precipitación, el suelo y las rocas, a lo cual se suma los aportes antropogénicos. La calidad del agua se puede controlar mediante una combinación de medidas: protección de la fuente de agua y gestión en la manipulación de agua (Murgueitio, Powney, & Ortega, 2015).



2.1.2. Fuentes de contaminación

Es conocido que las actividades pecuarias en zonas rurales pueden contribuir al deterioro de la calidad del agua mediante la descarga de varios materiales a las fuentes hídricas, como son: sedimentos, plaguicidas, excrementos de animales, fertilizantes y otras fuentes de materia orgánica e inorgánica (Sabio, 2000). A continuación, se describen diferentes fuentes de contaminación:

2.1.2.1. Contaminación por la agricultura

La agricultura es la principal actividad que requiere los recursos de agua dulce, ya que utiliza un promedio mundial del 70% de todos los suministros hídricos superficiales. Si se exceptúa el agua perdida mediante evapotranspiración, el agua utilizada en la agricultura se recicla de nuevo en forma de agua superficial y/o subterránea (FAO, 1997). Sin embargo, la agricultura es al mismo tiempo la causante de la contaminación de los recursos hídricos. A causa, de la descarga de contaminantes y sedimentos en las aguas superficiales y/o subterráneas en lo que se encuentra productos agrícolas aplicados a los cultivos, hasta los desechos generados por los mismos cultivos.

La contaminación por la agricultura en la superficie de los cuerpos de agua, toma tres formas generales:

- a) Sedimentación, producto de la erosión de los suelos.
- b) Eutrofización, también conocido como nutrientes ricos en fósforo y nitrógeno en el agua.
- c) Contaminación con químicos tóxicos como herbicidas e insecticidas o por organismos que causan daños a la salud (Sabio, 2000).

2.1.2.2. Contaminación química.

Los compuestos químicos (herbicidas, plaguicidas y fertilizantes) generalmente provenientes de la agricultura, afectan las aplicaciones del agua ya sea para su uso doméstico, utilizar en la industria o en la irrigación. Los pesticidas con bajas solubilidad en el agua y alta en grasas, como los organoclorados, se bioacumulan en los tejidos adiposos de los animales que ingieren esta agua. Estas concentraciones en los tejidos de los animales se pueden biomagnificar según su avance en la cadena alimenticia (Sabio, 2000).



2.1.2.3. Contaminación biológica.

El agua contaminada con materia orgánica puede ser turbia, con olores repugnantes, corrosiva o desagradable a la vista. Sin embargo, el efecto más perjudicial del agua contaminada para el hombre es la transmisión de enfermedades. La fiebre tifoidea, en el hemisferio occidental, y el cólera, en el hemisferio oriental, han sido las causas del mayor número de muertes por el consumo agua contaminada en una determinada época de la historia (Sabio, 2000). Las enfermedades gastrointestinales en infantes, adultos mayores y viajeros son un problema actual, que es causado por la misma razón de contaminación de agua en partes altas de una cuenca, que afectan aguas abajo (B. Torres, González, Rustrián, & Houbron, 2013).

2.1.3. Plan de manejo ambiental

Un adecuado manejo de los recursos naturales, se ha visto como una preocupación creciente y reflejada en la necesidad de establecer parámetros que ayuden a evaluar el comportamiento de la oferta de los servicios ambientales, que brindan los recursos en un área determinada en el caso de nuestro estudio la microcuenca del Guarango (Infante & Ortiz, 2008).

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Quingeo, determinó que existe “Pérdida de servicios ambientales para la parroquia, como pérdida de calidad del agua, inestabilidad de los suelos, entre otros” (PDOT, 2015). Además, de la problemática en los reservorios de agua debido, a la inexistencia de controles de calidad del agua en la parroquia y sus comunidades. El Plan de Manejo Ambiental (PMA) tiene la finalidad de prevenir, reducir, mitigar y controlar los impactos ambientales negativos presentes dentro de la microcuenca del Guarango.

2.2. Monitoreo de agua

El monitoreo de la calidad del agua, radica en el análisis y evaluación de los diferentes parámetros del agua para determinado uso ya sea doméstico, agrícola o industrial (Prieto, 1993). El objetivo principal del monitoreo, es recoger un fragmento suficientemente pequeño en volumen que sea representativo del área de muestreo para determinar su estado.

2.3. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos

El muestreo de agua tiene como meta obtener una parte representativa de la microcuenca, en la cual se analizaron los diferentes parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Además,



pretende entender mejor cómo, factores antropogénicos y procesos naturales se interrelacionan y afectan o inciden en la microcuenca.

2.3.1. Parámetros físicos

2.3.1.1. Caudal

El caudal de un río es la cantidad de agua que pasa por un punto determinado en un tiempo concreto, tiene un efecto directo sobre los demás parámetros del agua, además que se constituye como una información valiosa para estudios hidrológicos en cuencas (Espinosa & Carreño, 2015). Este estudio pretende establecer la relación del flujo o caudal registrado con la calidad del agua en las diferentes campañas realizadas en este trabajo.

2.3.1.2. Variación de Temperatura

Es un parámetro importante dentro de la calidad del agua por el efecto que tiene sobre las características de la misma. La temperatura afecta la vida acuática, altera la concentración de oxígeno, la velocidad de las reacciones químicas, incide en la actividad bacteriana entre otros aspectos importantes (Rojas, 2010).

2.3.1.3. Turbidez

La turbiedad de un agua o turbidez es la expresión de la propiedad o efecto óptico causado por la dispersión o interferencia de los rayos luminosos que pasan a través de una muestra de agua; en otras palabras, es una propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea reemitida y no transmitida a través de la suspensión. La determinación de la turbidez es de gran importancia en aguas para consumo humano y en un gran número de industrias procesadoras de alimentos y bebidas (Rojas, 2002).

2.3.1.4. Conductividad

La conductividad en el agua se refiere a una medida de la capacidad de transportar energía eléctrica dependiendo de la concentración de sales y residuos orgánicos. Se ha determinado, que este parámetro disminuye cuando las muestras contaminadas se mezclan con otras sustancias químicas de origen ya sea doméstico, agrícola o industrial. La variación de la conductividad proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, e igualmente contribuye a la detección de fuentes de contaminación (Ospina, García, Gordillo, & Tovar, 2016).



2.3.2. Parámetros químicos

2.3.2.1. Potencial de Hidrógeno

El potencial de hidrógeno o pH es un indicador de la acidez de una sustancia, está determinado por el número de iones libres de Hidrógeno (H^+) en una sustancia. La acidez es una de las propiedades más importantes del agua, sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua. El resultado de una medición de pH viene determinado por una consideración entre el número de protones (H^+) y el número de iones hidroxilo (OH^-). Cuando el número de protones iguala al número de iones hidroxilo el agua es neutra y tendrá un pH alrededor de 7 (Aguirre, González, & Guerrero, 2015).

2.3.2.2. Oxígeno disuelto

Los niveles de oxígeno disuelto (OD) en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y bioquímica del sistema de agua. La baja disponibilidad de OD limita la capacidad de autopurificación del cuerpo de agua. Siendo la cantidad de oxígeno disuelto en el agua un indicador de que tan sano o no está el cuerpo en estudio. Generalmente, un nivel alto de presencia de oxígeno en el agua indica una mejor salud, caso contrario un bajo nivel de OD significa que la calidad del agua está deteriorada (Aguirre, González, & Guerrero, 2015).

2.3.2.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)

Este parámetro se define comúnmente como la cantidad de oxígeno que requieren las bacterias durante la estabilización de la materia orgánica susceptible a descomposición en condiciones aerobias. La determinación de este parámetro está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. Es empleado ampliamente en términos de contaminación orgánica, aplicable tanto en aguas superficiales como en aguas residuales (Sierra, 2001).

2.3.2.4. Nitratos (NO_3^-)

La concentración de nitratos en cuerpos de agua suele ser baja, pero puede llegar a ser alta por infiltración o escorrentía de tierras agrícolas o debido a la contaminación por residuos humanos o animales como consecuencia de la oxidación del amoníaco y fuentes similares. En fuentes de aguas contaminadas generalmente el NO_3^- se presenta como restos orgánicos,



ya sea de origen humano como las aguas servidas o animal debido a la infiltración de las ganaderas (Ojeda, 2005).

El aporte de NO_3^- en los suelos bajo agricultura puede provenir tanto de la mineralización del nitrógeno (humos, estiércol, etc.) como del agregado de fertilizantes nitrogenados. En muchos estudios se ha constatado el potencial contaminante de la agricultura, observándose una relación positiva entre el aumento de la actividad agrícola y la contaminación de aguas por nitratos (Ojeda, 2005).

2.3.2.5. Fosfatos (PO_4^{3-})

El ion fosfato, PO_4^{3-} , se forma en sales poco solubles en el agua. Las especies químicas del fósforo más comunes son los ortofosfatos, los fósforos condensados (meta-, piro- y polifosfatos) y los fosfatos orgánicos (Aguirre, González, & Guerrero, 2015).

Los compuestos del fósforo son nutrientes de las plantas y conducen al crecimiento de algas en las aguas superficiales. Dependiendo de la concentración de fosfato existente en el agua, puede producirse la eutrofización. Tan sólo 1 g de fosfato-fósforo ($PO_4^{3-}-P$) provoca el crecimiento de hasta 100 g de algas (Pütz, 2008). Los compuestos de fosfato que se encuentran en las aguas residuales o se vierten directamente a las aguas superficiales provienen de: fertilizantes eliminados del suelo arrastrados por el agua o el viento, excreciones humanas y animales y detergentes y productos de limpieza (Pütz, 2008).

2.3.2.6. Sólidos totales (ST)

Los sólidos totales es la suma de los sólidos disueltos y sólidos en suspensión, que la muestra de agua pueda contener. El total de sólidos disueltos (SD), es una medida de las sustancias orgánicas e inorgánicas, tiene como principal aplicación el estudio de la calidad del agua de los ríos, lagos y arroyos. Aunque los SD no tiene la consideración de contaminante grave, es un indicador de la concentración de sales en el agua. Los sólidos en suspensión es el material que se encuentra en fase sólida en el agua en forma de coloides o partículas sumamente finas, y que causa en el agua la propiedad de turbidez (Casilla, 2014).

2.3.3. **Parámetros microbiológicos**

La denominación genérica de coliformes lo constituyen un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común, y que sirven como indicadores de contaminación del agua y alimentos. Esta familia de bacterias se encuentra en las plantas,



suelo, animales incluido el ser humano, capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. Se dividen en coliformes totales y fecales. A este grupo pertenecen los siguientes géneros: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (Ramos, Vidal, Vilardy, & Saavedra, 2008).

2.3.3.1. Coliformes totales

Son las *Enterobacteriaceae* lactosa – positiva, y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre los 30 – 37 °C (Acevedo, Mendoza, & Oyón, 2001).

2.3.3.2. Coliformes fecales

El examen bacteriológico del agua usualmente busca la presencia o ausencia de miembro del grupo coliforme. EL grupo coliforme fecal, tiene como indicador por excelencia a la bacteria *Escherichia Coli*, debido a su presencia permanente en la flora intestinal del hombre y de otros animales de sangre caliente. La *E. coli* patógena causa diarrea, especialmente en infantes y adultos mayores.

Los coliformes no solamente provienen de los excrementos de humanos sino también pueden originarse en animales de sangre fría y permanecer en el suelo; por lo tanto, la presencia de coliformes en aguas superficiales indica contaminación proveniente de residuos humanos, animales o la erosión del suelo, o a su vez de una combinación de las tres fuentes (Rojas, 2002).

2.4. Índices de calidad

Con el fin de establecer metodologías u herramientas para administración y control del recurso hídrico, se han desarrollado programas de evaluación de la calidad del agua. Los métodos de monitoreo de la calidad del agua más frecuentes incluyen los ensayos físicos, químicos y bacteriológicos, como se presenta en el método de Índices de Calidad del Agua propuesto por la National Sanitation Foundation (ICA – NSF), con una expresión simple y simplificada que expresa la calidad del recurso (P. Torres, Cruz, & Patiño, 2009a).

Los monitoreos frecuentes de las características químicas, físicas y microbiológicas de las redes hidrográficas en las áreas de estudio son la base del método. El uso de ICA – NSF ofrece



como ventaja la posibilidad de evaluar el estado en el que se encuentra un río en un momento determinado y adicionalmente observar su evolución en el tiempo.

2.4.1. Parámetros Índices de Calidad del Agua ICA - NSF

Estos parámetros son utilizados para la determinar la salud de un río. Además de medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río (Servicio Nacional de Estudios Territoriales de El Salvador, 2000). Para la determinación del ICA - NSF interviene 9 parámetros, los cuales son:

- Variación de Temperatura (en °C)
- Turbidez (en NTU)
- pH (en unidades de pH)
- OD (en % saturación).
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/l)
- Nitratos (NO_3^- en mg/l)
- Fosfatos (PO_4^{3-} en mg/l)
- Sólidos Totales (en mg/ l)
- Coliformes Fecales (en NMP/100 ml)

2.5. Índice de Calidad del Agua ICA – NSF

Dentro de este cálculo los parámetros: variación de temperatura, turbidez, pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos, fosfatos, sólidos totales y coliformes fecales; poseen cada uno su curva estandarizada que relaciona la concentración o nivel del mismo (ver Anexo 1). Los valores de ICA – NSF tiene como objetivo estimar un número, generalmente entre 0 y 100; donde el valor 0 o cercano a este, indica una fuerte contaminación, en cambio las aguas en excelentes condiciones presentan valores cercanos o igual a 100 (Jiménez & Vélez, 2006).

Al estimar el índice de calidad, se proporciona factores de ponderación a cada una de las variables, de tal forma que se puede determinar con la siguiente formula:

$$ICA = \sum_{i=1}^9 I_i * W_i$$

Fórmula para el cálculo del ICA-NSF

Fuente: (Jiménez & Vélez, 2006)



Donde:

- *ICA*: Índice de Calidad de Agua.
- *i*: cada uno de los parámetros de calidad.
- *Ii*: subíndice del parámetro *i*; (se encuentra entre 0 y 100).
- *Wi*: pesos ponderados entre 0% y 100%, asignados a cada parámetro (*Ii*) (ver Tabla 9), de tal forma que la sumatoria sea igual a 100%.

La clasificación de la calidad del agua se realiza de acuerdo a los siguientes rangos numéricos:

Tabla 1. Valoración de Índices de Calidad.

CLASE	CALIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	SIGNIFICADO
I	Excelente	91-100	Aguas muy limpias
II	Buena	71-90	Aguas ligeramente contaminadas
III	Media	51-70	Aguas moderadamente contaminadas
IV	Mala	26-50	Aguas muy contaminadas
V	Muy mala	0-25	Aguas fuertemente contaminadas

Elaboración: Autores.

Fuente: (Jiménez & Vélez, 2006).

2.6. Normativa aplicable

Constitución de la República del Ecuador

Dentro del Texto de la Constitución del Ecuador del 2008, se menciona al recurso hídrico en varios de sus apartados, como los que se describen a continuación:

Los artículos 12, 313 y 318 de la Constitución de la República consagran el principio de que el agua es patrimonio nacional estratégico, de uso público, imprescriptible e inembargable del Estado y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos, reservando para el Estado el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

El artículo 411 dispone que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al



ciclo hidrológico y que regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, especialmente en las fuentes y zonas de recarga.

Los apartados 66 y 276 reconocen y garantizan a las personas y colectividades el derecho al acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo y a una vida digna que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios.

Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria TULSMA

En el Ecuador, existe la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes aplicada al Recurso Agua, contenida en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente Libro VI, Anexo 1.

La presente norma técnica determina o establece:

- Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Para efectos de comparación con la normativa se toma en consideración las Tablas N°1 para los puntos ubicados en las quebradas Nonadel – Bayan y Rumipamba – Monjas y las Tablas N°3 y N°5 para la quebrada Guarango y río Salado, del Anexo 1. Esta división se la realizó con respecto a los usos que le dan al agua los pobladores en cada sector.



3. METODOLOGÍA

3.1. Línea base microcuenca del Guarango

El ingreso de información para el análisis correspondiente del proyecto, consta de fuentes principales, además de información secundaria analizada en trabajos adyacentes, que se detalla a continuación:

- **Comunidades:** La población, objeto del presente estudio de investigación, tiene como área de influencia directa la microcuenca del Guarango, con un total de 703 habitantes de acuerdo al censo poblacional realizado en el 2010, distribuidos en las comunidades de Punta Hacienda, Rumipamba y Quinzhaloma.
- **Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca (ETAPA E.P.):** Empresa interesada en el manejo adecuado de cuencas a nivel local, mantiene personal representante en varios sectores rurales del cantón, para el caso de esta investigación a través del ingeniero Marco Bustamante, se nos adjudicó mapas temáticos y artículos científicos que aportaron al trabajo, además, de realizar visitas guiadas de campo para reconocimiento de la zona. Con la que se constató que no existen estudios de calidad de agua en la microcuenca del Guarango.
- **Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia Quingeo (GAD Quingeo):** Se solicitó el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Quingeo año 2015, además, de planos cartográficos para obtener información más significativa de la zona de influencia de la microcuenca, en cuanto al tipo de suelo, pendientes, conflictos de uso de suelo, etc.
- **Información secundaria:** Se contó con información de proyectos que se llevan a cabo en la parroquia Quingeo, además, de trabajos universitarios y profesionales que se han desarrollado en áreas adyacentes.

3.1.1. Ubicación de la microcuenca

El área de estudio de la microcuenca del Guarango, se emplaza en la parroquia rural de Quingeo, perteneciente al cantón Cuenca. Limita al Norte con la Parroquia Santa Ana, Al Sur con el cantón Sigsig, al este con las parroquias Cumbe y Tarqui. Su altura media de 2920 msnm. En la Ilustración 1, se presenta la ubicación de la parroquia Quingeo en la división del cantón Cuenca.

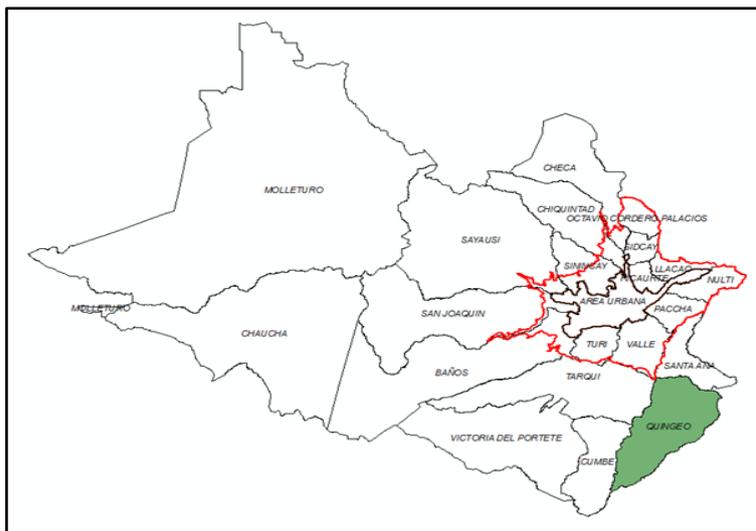


Ilustración 1. Ubicación de la parroquia Quingeo.

Fuente: (Cajas, 2018).

La microcuenca del Guarango, tiene un área de 1495 ha (14.95 km²), su altitud va desde los 2660 msnm hasta los 2800 msnm. En este sector se registra una precipitación de 500 a 700 mm. La época de lluvia se extiende desde octubre hasta abril según la bibliografía consultada, sin embargo, la temporada lluviosa se percibió a mediados de noviembre. Existe la presencia de fuertes vientos entre los meses julio y agosto y heladas en los meses de diciembre a enero. La temperatura oscila entre los 9 °C y los 15 °C, su clima es templado que determina las condiciones necesarias para que se desarrolle una flora variada y la fauna limitada debido a las expansiones de la población (GAD Quingeo, 2015).

3.1.2. Análisis de aspectos sociales

3.1.2.1. Demografía

La microcuenca del Guarango cuenta con 450 viviendas aproximadamente, que se encuentran dispersas por toda la superficie, con un total de 703 habitantes en sus tres asentamientos o comunidades que son: Quinzhaloma, Punta Hacienda y Rumipamba. La densidad poblacional en la parroquia Quingeo es de 0.63 habitantes/hectárea (ETAPA EP., 2015).

Tabla 2. Población por comunidades de la microcuenca del Guarango.

Nro.	Comunidad	Hab.
1	Quinzhaloma	166
2	Punta Hacienda	390
3	Rumipamba	147
Total		703

Elaboración: Autores.

Fuente: (GAD Quingeo, 2015).



3.1.2.2. Servicios básicos

El acceso a servicios tales como saneamiento (recolección de basura y eliminación de excretas), disponibilidad de agua potable y electricidad está bajo la responsabilidad de los gobiernos de paso, como medida para luchar contra la pobreza extrema y cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU en el año 2015, específicamente el objetivo 6, en el cual se garantiza el acceso a agua apta para consumo humano y adecuado saneamiento (Morán, 2015). A continuación, se describe cuáles son los servicios con los que cuenta la microcuenca del Guarango de acuerdo al censo realizado en el año 2010.

o Agua

La dotación de agua potable con la que disponen habitantes de los poblados de Punta Hacienda y Rumipamba es deficiente solamente 46 censados en Quinzhaloma cuentan con abastecimiento mediante red pública, mientras que la forma más representativa de la que obtienen agua pobladores de las tres comunidades para sus actividades diarias, es de río, vertiente, acequia o canal con un total de 158 censados. En la Tabla 3, se describe los medios de donde obtienen el recurso los habitantes (GAD Quingeo, 2015).

Tabla 3. Procedencia de agua para actividades diarias en las comunidades de Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba.

Comunidad	Red pública	Agua de pozo	De río, vertiente, acequia o canal	Otro (agua lluvia/albarrada)
Punta Hacienda	2	20	111	4
Quinzhaloma	46	15	24	1
Rumipamba	0	4	23	7
Total	48	39	158	12

Elaboración: Autores.

Fuente: (GAD Quingeo, 2015).

o Servicio de alcantarillado

La forma más común en que los pobladores de la microcuenca eliminan sus excretas es mediante la utilización de pozo séptico con un total de 90 habitantes, seguido de pozo ciego con 23 habitantes, pero lo más alarmante es que 136 encuestados respondieron que no poseen ningún sistema de eliminación de excretas, por lo que se estima que la mayoría lo hacen al aire libre y con esto se aumenta el riesgo de contaminación a los cuerpos de agua (GAD Quingeo, 2015). Los resultados del censo se observan a continuación:



Tabla 4. Servicio de alcantarillado en las comunidades de Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba.

Comunidad	Conectado a pozo séptico	Conectado a pozo ciego	Con descarga directa al mar, río, lago o quebrada	Letrina	No tiene
Punta Hacienda	45	5	0	6	81
Quinzhaloma	34	9	1	0	41
Rumipamba	11	9	0	0	14
Total	90	23	1	6	136

Elaboración: Autores.

Fuente: (GAD Quingeo, 2015).

o Eliminación de desechos sólidos

El servicio de recolección de desechos sólidos es realizado por la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca EMAC EP, pero, este solo cubre la demanda del centro parroquial y algunos poblados cercanos. Por lo que la forma en como disponen de los desechos los pobladores de la microcuenca es mediante la incineración de los mismos. Punta Hacienda es la que mayor número de personas que queman basura posee dentro de sus alrededores con 129 habitantes. Y la actividad que menos realizan dentro de la microcuenca, es la de botar los desechos al río, acequia o canal (GAD Quingeo, 2015).

En la Tabla 5, se observan las actividades que realizan para eliminar los desechos los pobladores de la microcuenca.

Tabla 5. Formas de eliminación de desechos sólidos en las comunidades de Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba.

Comunidad	Por carro recolector	Arrojan a quebrada o terrenos baldíos	Queman	Entierran	Arrojan al río, acequia o canal
Punta Hacienda	0	4	129	3	1
Quinzhaloma	24	18	42	2	0
Rumipamba	0	0	30	3	1
Total	24	22	201	8	2

Elaboración: Autores.

Fuente: (GAD Quingeo, 2015).



3.1.3. Análisis ambiental

La caracterización biofísica de la microcuenca del Guarango, se basó en la información generada por el GAD parroquial de Quingeo, examinando los mapas temáticos previstos en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, además de, la cartografía proporcionada por la empresa ETAPA E.P.

3.1.3.1. Área

La microcuenca del Guarango se encuentra en el sector noroeste de la parroquia Quingeo, con aproximadamente 1500 ha de superficie. Dentro de esta microcuenca se ubican comunidades tales como: Quinzhaloma, Punta Hacienda y Rumipamba. La microcuenca forma parte de la cuenca del río Jadán, uno de los afluentes que alimenta la cuenca del Paute. Además, dentro del área de estudio se encuentra el bosque protector Guarango, en la parte superior de la microcuenca (GAD Quingeo, 2015).

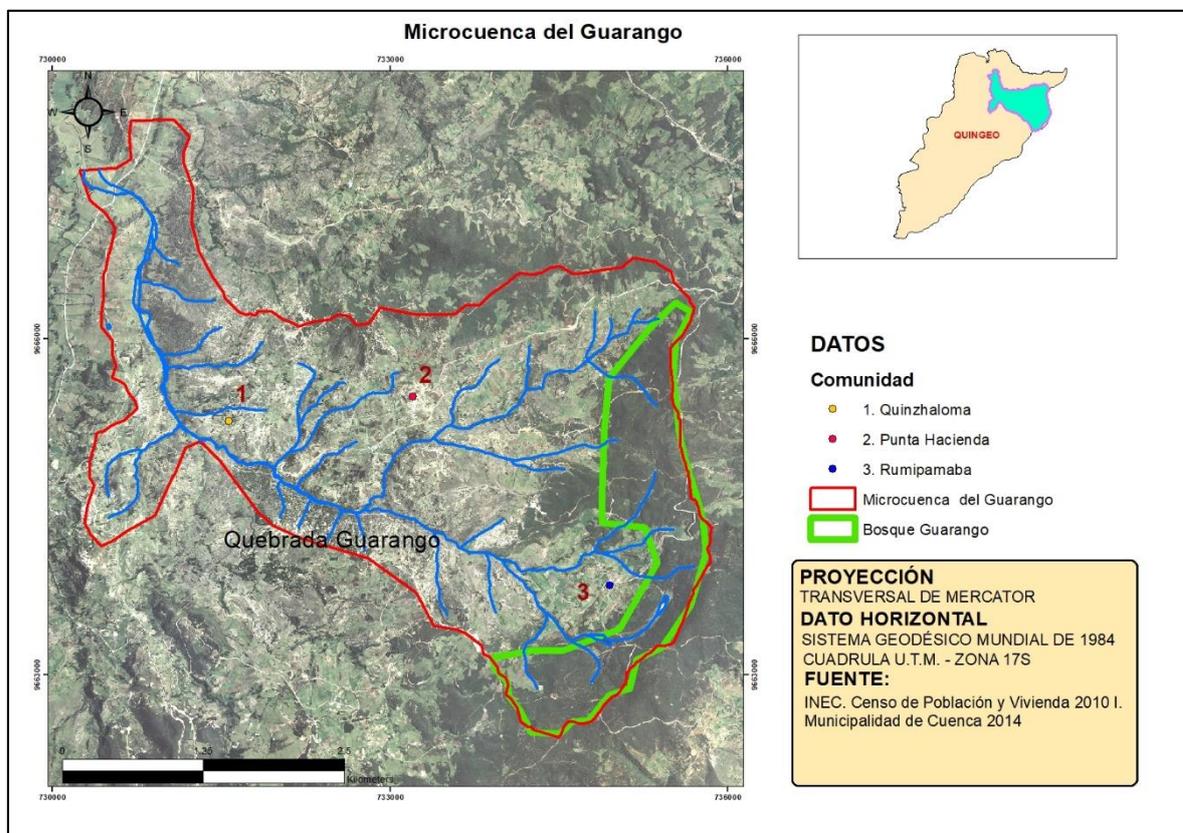


Ilustración 2. Microcuenca del Guarango.

Fuente: (INEC, 2010).



3.1.3.2. Climatología

Dentro del área de la microcuenca del Guarango y toda la superficie de la parroquia Quingeo, se mantiene un rango de temperatura desde 9 °C a 15 °C. El grado de temperatura más bajo, que va desde los 9 °C hasta los 10 °C, favorece a la mantención de bosques, arbustos y pastos; este tipo de flora es la más predominante en la toda la parroquia. Así, el siguiente rango de temperaturas que va desde 11 °C a 15 °C, permite el desarrollo de la biodiversidad en la cobertura vegetal y de las cosechas oportunas que actualmente son parte del sustento de la población (GAD Quingeo, 2015). Para el caso de la parroquia Quingeo el ciclo lluvioso es de octubre hasta abril, para los demás meses del año predomina un ciclo seco (ETAPA EP., 2015).

El clima Ecuatorial Mesotérmico Semi – Húmedo y Húmedo es el predominante en esta zona, puesto que se localiza en la zona interandina (Valle de Cuenca, Paute, Sigsig, Gualaceo) y posee alturas mayores a los 3000 m – 3200 m (Borrero, 1989). La precipitación constituye la fuente de entrada más importante de nutrientes inorgánicos en el ecosistema de Bosque Montano (Rollenbeck & Bendix, 2010). En este caso, la precipitación la zona presenta un rango de 500 – 750 mm que se ajusta a lo típico de la región andina.

3.1.3.3. Pendiente

Según la cartografía consultada la microcuenca del Guarango posee una morfología irregular con pendientes fuertes (>50%) en la parte alta y pendientes moderadas y planas (0-30%) en la parte baja (ver Anexo 2). La altura máxima de la microcuenca que se encuentra en el bosque del Guarango es de 2800 msnm aproximadamente y la altura mínima corresponde a la desembocadura en el río Salado, en este punto la altura es de 2660 msnm (GAD Quingeo, 2015).

3.1.3.4. Uso de suelo

Dentro de la parroquia Quingeo, el uso de suelo varía debido a su rápida expansión urbana y su conservación limitada en las cuencas altas. Existe poca cantidad para producir cultivos con una intensidad fuerte y una leve tendencia hacia la revegetación y reforestación (ver Anexo 2).

Es así, que Quingeo en toda su área presenta un uso y cobertura de suelo ocupado por bosque con un área de 3700 ha aproximadamente, además, otros espacios de tierra se encuentran cubiertos por: pastizal cultivado, arbustos, cultivo de ciclo corto y pastizal natural, cada uno



con cerca de 2000 ha, lo cual significa que la frontera agrícola avanza con gran peligro para la riqueza de los suelos de Quingeo (GAD Quingeo, 2015).

Teniendo en cuenta que la microcuenca posee menor área de bosque que la parroquia Quingeo, debido a su rápida expansión en la frontera pecuaria. El conflicto que tiene el uso de suelo se centra en dos tipos: usos agropecuarios sobre suelo de aptitud forestal y usos agropecuarios sobre suelo de conservación, ver Anexo 2 (GAD Quingeo, 2015).

3.1.3.5. Hidrología

El canal principal de agua de la microcuenca, tiene una longitud de 4.86 km, su área representa el 12% de la superficie de la parroquia Quingeo, la cual, a su vez es parte del sistema hidrográfico de cuenca del Jadán (GAD Quingeo, 2015). Esta zona es una fuente productora de agua, actualmente no dispone de ningún sistema de monitoreo y seguimiento de aspectos climatológicos e hidrológicos. Además, que posee una serie de sistemas de captaciones de agua para las comunidades cercanas para el consumo del recurso hídrico (ver Anexo 2).

Después de las visitas de campo y análisis de cartografía se determinó cuatro quebradas importantes dentro de la microcuenca, siendo la más resaltante la quebrada del Guarango. A continuación, se enumeran dichas quebradas:

1. Quebrada Nonadel – Bayan
2. Quebrada Rumipamba – Monjas
3. Quebrada del Guarango
4. Río Salado

Así determinamos que las dos primeras quebradas son los principales afluentes de la microcuenca. Además, se obtuvo la información cartográfica de las áreas de aporte hídrico, en las que se encuentran los sistemas de captación de agua, para la distribución en la red de agua de consumo de las comunidades, existentes dentro del área de la microcuenca. Observando diez sistemas de captación de agua, cinco de estos están dentro del perímetro de la microcuenca analizada y los cinco sistemas que se encuentran sobre el perímetro y cercanas al área de estudio, así tenemos los siguientes sistemas:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. Captación Quingeo Loma. | 3. Captación Punta Hacienda 2. |
| 2. Captación Punta Hacienda 1. | 4. Captación Punta Hacienda 3. |



5. Captación Monjas 1.
6. Captación Quinzhaloma.
7. Captación El Verde.
8. Captación Alpachaca.
9. Captación Cochapamba Grande.
10. Captación Monjas 2.

3.1.3.6. Flora

Se procedió a revisar, analizar y comparar información secundaria de trabajos realizados en la zona adyacente al área de investigación e información que está disponible en la página del GAD parroquial. Se determinó que la parroquia rural de Quingeo, cuenta con el Bosque Húmedo Montano (páramo), al oeste de la parroquia en las comunidades de Punta Hacienda, Pillachiquir, entre otras, a una altura de 3800 msnm. La temperatura, la humedad, la precipitación y el viento, producen un clima extremo impredecible con nieblas y lluvias, favoreciendo a la existencia de vegetación típica de páramo como son: paja, chuquiragua, achupallas, entre otros (Figueroa, 2014).

En la parroquia Quingeo, se identifican franjas de bosque nativo disperso en las comunidades de San Vicente, Rumipamba, La Mora, Monjas, El Verde, Turupamba, Llanalpa, Alipacruz y Huayrapungo comunidades que se encuentran en la franja media de la parroquia, existe vegetación como: retamas, sauce, capulí, aliso, eucalipto, pino, correspondiente a Bosque Seco Montano Bajo que tiene un rango de altura que va desde 2000 a 3000 msnm (Figueroa, 2014). Se debe considerar que existe la presencia del bosque protector de la microcuenca del Guarango, se pueden observar algunas especies de flora características de este bosque conocido como chaparro.

3.1.3.7. Fauna

El levantamiento faunístico, se lo realizó por medio de la observación directa, además, se analizó y comparó con información secundaria de informes del GAD de la parroquia y trabajos de investigación desarrollados en la zona adyacente al área de investigación. La fauna del bosque húmedo, tiene como características animales propios, en lo que se pudo apreciar algunos animales y a otros se los identificó por relatos y entrevistas de la gente, así se puede nombrar a: conejos, venados de cola blanca, zorros andinos hasta tigrillos; también se pudo observar y escuchar aves como: mirlos, perdiz de campo, torcaza, pavo de monte, chugo amarillo, golondrinas. Además de varios insectos como: arañas, insectos palo y varias colmenas de abejas (Figueroa, 2014).



Los animales domesticados que se presentan a lo largo de toda la microcuenca fueron los siguientes: caballos, vacas, ovejas, perros, gatos, gallinas, cerdos y cuyes. Conforme a las necesidades y preferencias que tengan las personas de las comunidades para la crianza y comercialización de estas especies (GAD Quingeo, 2017).

3.2. Evaluación de calidad del agua

3.2.1. Puntos de muestreo

Con mapas cartográficos y visitas de inspección efectuadas a toda el área que abarca la microcuenca del Guarango, se procedió a determinar los cuatro puntos para la toma de muestras. En la Tabla 6, se presenta la ubicación con las coordenadas geográfica de dichos puntos, también en la Ilustración 3 se ubica los puntos dentro de la microcuenca.

Tabla 6. Ubicación y coordenadas geográficas de los puntos de muestreo.

Muestro	Ubicación	X	Y
Punto 1	Quebrada Nonadel-Bayan	732809	9664532
Punto 2	Quebrada Rumipamba- Monjas	732828	9664464
Punto 3	Quebrada Guarango	731142	9665252
Punto 4	Rio Salado	730590	9667306

Elaboración: Autores.

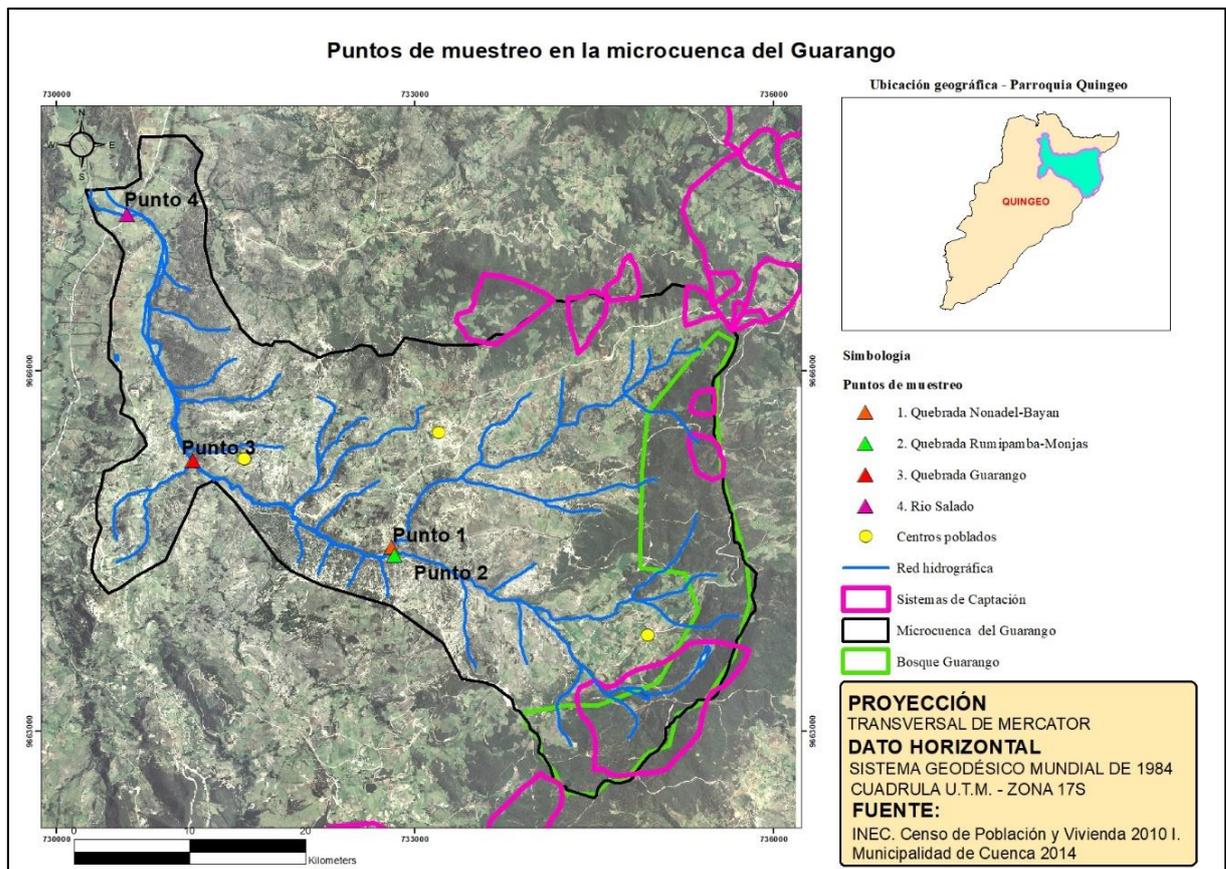


Ilustración 3. Ubicación de los puntos de muestreo.

Fuente: (INEC 2010).

Los puntos de muestro fueron determinados con posicionamiento geográfico, con el uso de un GPS de marca Garmin; considerando accesibilidad, seguridad y que sean representativos de posible contaminación derivada de actividades antropogénicas de la población, cercana de la red hídrica. A continuación, se presenta características de cada punto de muestro:

- Punto 1: este punto de muestro, representa uno de los dos afluentes importantes o áreas productoras de agua dentro de la microcuenca del Guarango y es llamado por los pobladores de Punta Hacienda “Quebrada Nonadel – Bayan”. Está quebrada está protegida a la redonda por árboles de pino, eucaliptos, ciprés y vegetación riparia común de la zona. La comunidad de Punta Hacienda tiene mayor población dentro de la microcuenca, aprovecha de forma constante el recurso de este afluente, en la parte alta de esta quebrada se obtiene tres captaciones de agua para el consumo de la misma.



Ilustración 4. Toma de muestra, punto 1.



Ilustración 5. Medición con Multiparámetro HACH, punto 1.

Fuente: Autores.

- Punto 2: de forma similar, este punto es representativo del segundo afluente, que abastece a la microcuenca del Guarango, cerca de esta quebrada se asienta la comunidad de Rumipamba, la cual tiene 3 captaciones de agua para consumo humano. La agricultura y pastoreo en la parte alta se convierte en la primera fuente de empleo de los casi 150 habitantes. La vegetación en general consta de árboles de eucalipto y pino con una altura superior a los 10 metros, se observa también, escasas variaciones de acacias, alisos entre otros, sumado a esto, el pasto abarca una gran extensión debido a las actividades comerciales. La erosión de terrenos cercanos a la quebrada es muy común de apreciar, además, que la degradación del suelo es notoria, por la pérdida de vegetación de soporte y las sequías extensas que tiene esta zona.



Ilustración 6. Medición con Multiparámetro HACH, punto 2.

Fuente: Autores.



Ilustración 7. Toma de muestra, punto 2.



- Punto 3: este punto permite evaluar la influencia que tiene las diferentes descargas de la población que se encuentra ya más cercana a la quebrada Guarango, además que recibe un agua de un afluente proveniente de una población que esta fuera del límite de la microcuenca conocido como Blanco Macas. El sistema de vías secundarias que se atraviesa por la microcuenca tiene tramos que se encuentran muy cercanos a este río, y la presencia de la actividad antrópica se hace más evidentes con residuos sólidos, animales cerca al afluente, escombros, entre otros.



Ilustración 8. Toma de muestra, punto 3.



Ilustración 9. Medición del ancho del río, punto 3.

Fuente: Autores.

- Punto 4: el punto está muy cercano a la unión de la microcuenca con el río Quingeo o la zona receptora. Este tramo analizado cuenta con una mayor presencia de viviendas y ganado cercanos a las riberas del río. Las condiciones del paisaje cambian completamente a pastos y escasos tramos de árboles. La presencia de abrevaderos y tomas de agua para riegos de tamaño pequeño también están a la vista, sumado a esto la presencia de basura y evidencias de actividades humanas.



Ilustración 10. Toma de muestra, punto 4.



Ilustración 11. Medición con Multiparámetro HACH, punto 4.

Fuente: Autores.



3.2.2. Toma y análisis de muestras

3.2.2.1. Campañas

Se procedió a realizar cuatro campañas de muestreo en los meses de noviembre y diciembre del año 2018 y el mes de enero del año 2019, tomando en consideración festividades y la disposición de los equipos.

Tabla 7. Fechas de las campañas de monitoreo.

Campaña	Fecha
1	14 de noviembre del 2018
2	04 de diciembre del 2018
3	07 de enero del 2019
4	14 de enero del 2019

Elaboración: Autores.

Se contempló también que en estos meses las variaciones en las condiciones climáticas | del recurso agua en la zona cambiaron mucho, debido a una sequía extensa en la primera mitad del año 2018 y una transición a la época de lluvia, tiempos en los cuales se pretende analizar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos necesarios para nuestra evaluación de calidad de agua.

3.2.2.2. Toma de muestras

Los ensayos se efectuaron, en base a las normas recomendadas por el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización, las normas NTE INEN 2176:1998 Técnicas de Muestreo y NTE INEN 2169:1998 Manejo y Conservación de Muestras.

Se utilizó 4 botellas de PVC de 2 litros de capacidad, lavadas y homogenizadas con el agua del lugar de monitoreo. Se evitó las hendiduras en las botellas para que no disminuya el volumen de agua necesario para los ensayos (2 litros). Se tomó muestras de agua en cuatro campañas, durante los meses de noviembre, diciembre de 2018 y enero de 2019, y se realizan ensayos consecutivos que permitan obtener los resultados convenientes. Así también, se considerará los aspectos de identificación, transporte y recepción de muestras en el laboratorio como se muestran en las Ilustraciones 12, 13, 14 y 15.



Ilustración 12. Toma de alícuota de muestras recolectadas.



Ilustración 13. Rotular muestras.



Ilustración 14. Filtración de aguas.



Ilustración 15. Medición de parámetros.

Fuente: Autores.

3.2.2.3. Medición de caudales

La determinación del caudal en los ríos es una medición muy importante que normalmente se realiza durante el monitoreo de cuencas hidrográficas. La calidad de las aguas es relevante por los diversos roles que esta cumple, fuera del curso del río (uso doméstico, agrícola e industrial), en el curso del río (recreación y estética) y como medio para la acuicultura y manejo de vida silvestre en general.

Para el aforo de caudal fue necesario medir la velocidad del efluente. Esta se efectuó con un medidor de flujo de propela de la marca Global Water modelo FP111, cuya medición se expresa en metros por segundo. Fue necesario, determinar el área transversal del efluente y efectuar el cálculo correspondiente para obtener las unidades del caudal (Calvo & Mora, 2009).



Ilustración 16. Medición de caudal con molinete Global Water.

Fuente: Autores.

3.2.2.4. Equipos

En la toma y análisis de muestras se procedió al uso y manipulación de varios equipos, materiales e insumos; tanto en las salidas de campo, como en los diferentes análisis de las muestras dentro del laboratorio. Para desarrollar este trabajo se solicitó al laboratorio de Ingeniería Ambiental de la facultad de Ciencias Químicas, los siguientes equipos: GPS 72H Garmin, Multiparámetro HACH HQ40d, Turbidímetro HACH 2100Q y Molinete Global Water FP111. También el Laboratorio de Calidad de Aguas del Campus Balzay colaboró con los otros equipos e insumos necesarios, además en esta instalación se realizaron los análisis de las muestras.

A continuación, se detallan los equipos utilizados y métodos realizados:

Tabla 8. Equipos y ensayos usados para monitoreos del agua.

Equipo o ensayo	Parámetro	Método medición	Fotografías
GPS 72H Garmin	Posición georreferenciada	In situ	



Equipo o ensayo		Parámetro	Método medición	Fotografías
Molinete Global Water FP111		Caudal	In situ	
Multiparámetro HACH HQ40d	Electrodo de pH	pH (unidades de pH)	In situ	
	Electrodo de oxígeno disuelto	Oxígeno Disuelto (OD en % saturación)	In situ	
Turbidímetro HACH 2100Q		Turbiedad (NTU)	In situ	
Termómetro de mercurio		Temperatura (°C)	In situ	
Ensayo DBO ₅		Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO ₅ en mg/L)	Laboratorio	



Equipo o ensayo		Parámetro	Método medición	Fotografías
Espectrofotómetro	Software nitratos	Nitratos (NO_3^- en mg/l)	Laboratorio	
	Software fosfatos	Fosfatos (PO_4^{3-} en mg/l)	Laboratorio	
Multiparámetro PI.4	Electrodo SDT	Sólidos disueltos totales (mg/l)	Laboratorio	
Método gravimétrico con filtración al vacío		Sólidos suspendidos	Laboratorio	
Método NMP (Número más probable)		Coliformes Fecales (NMP/100 mL)	Laboratorio	

Elaboración: Autores.

3.2.3. Metodología para la determinación del ICA-NSF

Para el cálculo del ICA – NSF estamos aplicando la plataforma en línea desarrollado por Water Research Center, el cual se basa en el índice propuesto por Brown, en 1970, estructurado en base al índice de Horton y al método Delphi para definir los parámetros, pesos ponderados, subíndices y clasificación a ser empleados en el cálculo; además de realizar una comprobación manual para corroborar la legitimidad de los resultados obtenidos. Este método fue desarrollado en Estados Unidos y es ampliamente empleado en el mundo a fuentes de agua que están expuestos a constantes variaciones en su calidad (Pérez et al., 2018). En el Anexo 1, se observa las curvas de ponderación para cada uno de los parámetros que estudia el método y aplicados en el programa.



Este sitio web fue creado con el fin de facilitar información gratuita y recursos a propietarios de pozos privados, para evaluación de sistemas de tratamiento de agua, calidad del agua y programas de educación. El mismo que fue fundado por el geólogo Brian Oram, con más de 25 años de experiencia en ciencias de la tierra, además de participar en programas de monitoreo ciudadano y programas de capacitación ambiental para grupos dentro de los Estados Unidos, Europa e incluso la antigua Unión Soviética (Oram, 2014).

Dentro del programa online se pueden ingresar datos como el nombre del solicitante, email, organización, tipo (lago, estanque, corriente), día, hora, ubicación, latitud, longitud y los demás parámetros a analizar en el método. También nos brinda un informe del índice calculado con los respectivos subíndices obtenidos en cada parámetro ingresado.

Además, en la página se puede observar el peso que se asigna a cada uno de los parámetros estudiados (ver Tabla 9).

Tabla 9. Pesos ponderados para los parámetros del ICA – NSF propuesto por Brown en 1970.

Parámetro	Peso (%)
Oxígeno disuelto	17
Coliformes fecales	16
pH	11
DBO5	11
Cambio de Temperatura	10
Fosfatos	10
Nitratos	10
Turbiedad	8
Sólidos Totales	7

Elaboración: Autores.

Fuente: (Oram, 2014).

3.3. Plan de manejo ambiental (PMA)

Se realizará una descripción del área de la microcuenca de Guarango y las comunidades que se encuentran dentro de la misma, mediante la revisión de información bibliográfica, cartográfica y el trabajo de campo, todo ello será usado para determinar el estado actual de los componentes ambientales: agua, suelo, paisaje, biota y lo antrópico, para definir las áreas de influencia directa e indirecta teniendo presente lo siguiente; identificar, evaluar, valorizar



y jerarquizar los efectos ambientales (impactos ambientales) que actualmente existen en el área (“Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS),” 2012). A partir, de esta información recabada y los análisis realizados se procederá a diseñar el Plan de Manejo Ambiental (PMA), que sistematice medidas de prevención, conservación, recuperación y mitigación de los impactos negativos identificados.

3.3.1. Evaluación de impactos ambientales

Existen numerosos modelos y procedimientos para la evaluación de impactos ambientales (EIA) y evaluar el medio ambiente o parte de sus componentes, hay que destacar que estos métodos han sido desarrollados para proyectos concretos, que resultan útiles o válidos para otros proyectos similares a los que le dieron origen al método en cuestión.

La metodología formulada por Conesa (1997), se usa en este proyecto para la identificación y evaluación de impactos ambientales, la cual se fundamenta en la matriz causa – efecto que permite una valoración cualitativa y cuantitativa del impacto ambiental.

A continuación, se presenta el análisis de las relaciones causa – efecto aplicado al proyecto, partiendo de un método de aplicación sencilla, usando dos matrices de impacto y un cuadro de análisis de los impactos. En esta fase se visitó el lugar en varias ocasiones, lo que nos permitió identificar la problemática ambiental en la zona de influencia de la microcuenca del Guarango, como es: la erosión, la deforestación, pérdida de la biodiversidad, sedimentación, contaminación del cauce principal de la microcuenca, etc.

3.3.2. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

En esta matriz se identificaron los impactos producidos por las diferentes “Acciones” de las distintas actividades antrópicas, sobre los diferentes compartimientos ambientales, en la microcuenca Guarango (Conesa, 1997).

La calificación de cada impacto se realizó considerando once criterios o atributos, contenidos en la Ecuación de Importancia Ambiental (IA):

$$IA = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + MC + SI + AC + EF + PR)$$

El valor obtenido presta a estar en un rango que va desde 13 hasta 100, según la valoración se le atribuye categorías en irrelevante, moderado, severo y crítico como se presenta en la



Tabla 10. Esta valoración indica el grado de incidencia que tiene la alteración producida en el área que estamos analizando.

Tabla 10. Clasificación de los Impactos Ambientales según su relevancia.

Importancia	Relevancia del impacto ambiental
< 25	Irrelevante
25 ≤ valor ≤ 50	Moderado
50 ≤ valor ≤ 75	Severo
75 > valor	Crítico

Elaboración: Autores.
Fuente: (Conesa, 1997).

Con este tipo de evaluación se dará entrada a otros ratios y elementos de juicio más o menos objetivos e incluso subjetivos, conformando el modelo que estamos adoptando. Esta metodología de valoración de impactos permite visualizar cuáles son las acciones más impactantes y cuáles son los factores ambientales más sensibles o que sufren en mayor o menor escala la acción impactante de las acciones antrópicas sobre la microcuenca, teniendo en cuenta los criterios siguientes, además de su valoración y clasificación como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11. Significado de los criterios para la valoración de Impactos Ambientales.

Criterios		Significado	Clasificación	Valoración
Signo	+/-	Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-).	Benéfico	+
			Perjudicial	-
Intensidad	IN	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa.	Baja	1
			Media	2
			Alta	4
			Crítico	12
Extensión	EX	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). (+4) cuando el impacto ocurre sobre una área crítica	Puntual	1
			Parcial	2
			Extenso	4
			Total	8
			Crítico	+4
Momento	MO	Alude al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado.	Largo plazo (5 años)	1
			Medio plazo (hasta 5 años)	2
			Inmediato (hasta 1 mes)	4
			Crítico	+4
Persistencia	PE	Tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales.	Fugaz	1
			Temporal	2
			Permanente	4



Criterios		Significado	Clasificación	Valoración
Reversibilidad	RV	Se refiere a retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que cese el impacto sobre el medio.	Corto plazo (hasta 1 año)	1
			Medio plazo (hasta 5 años)	2
			Irreversible	4
Recuperabilidad	MC	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, por medio de la intervención humana (medidas de manejo ambiental).	Inmediata	1
			A medio plazo	2
			Mitigable	4
			Irrecuperable	8
Sinergia	SI	Se refiere a cuando la ocurrencia de un impacto produce o aumenta la intensidad de otro impacto.	Sin sinergismo	1
			Sinérgico	2
			Muy sinérgico	4
Acumulación	AC	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación.	Simple	1
			Acumulativo	4
Efecto	EF	Se refiere a la forma de manifestación del efecto sobre un factor consecuencia de una acción.	Indirecto	1
			Directo	4
Periodicidad	PR	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto	Irregular o discontinuo	1
			Periódico	2
			Continuo	4

Elaboración: Autores.

Fuente: (Conesa, 1997).



4. RESULTADOS

4.1. Calidad del agua en la microcuenca del Guarango

4.1.1. Comparación de Caudales

Para iniciar una campaña de muestro, se prosiguió a medir el caudal en cada uno de los puntos, considerando que este parámetro es importante en los ríos de alta montaña (FAO, 2014a). Cabe recalcar de antemano, que no existe una base de datos, en la cual se registre los valores de caudales en años anteriores de la microcuenca en estudio.

Los caudales obtenidos corresponden a cada uno de los puntos de monitoreo analizados, realizadas en las campañas correspondientes. Los meses más lluviosos en la parroquia de Quingeo van desde octubre hasta abril y para el resto del año predomina un ciclo seco (ETAPA EP., 2015), como se puede observar en la Ilustración 12, existe un cambio de estación notorio, pues en los meses de noviembre y diciembre se registran altos caudales, mientras que para el mes de enero los caudales disminuyen haciendo evidente la falta de precipitación, esto puede deberse más que todo al cambio climático que experimenta el planeta en general.

Los valores de caudales más altos que se registran en la microcuenca, se dieron en la segunda campaña en el mes de diciembre, obteniendo un pico de 171.44 l/s en el sector del río Salado, mientras que el valor más bajo de caudal se presentó en la tercera campaña en el mes de enero con un caudal de 7.33 l/s en la quebrada Rumipamba – Monjas. Con lo expuesto anteriormente, para la primera campaña en el mes de noviembre, se presentó un incremento rápido de caudal debido a la presencia de precipitación en la quebrada Guarango, mientras el equipo se movilizaba desde la quebrada Rumipamba – Monjas hasta el lugar ya mencionado, teniendo una diferencia de casi 74 l/s extras para la nueva medición. Así también, existió una pérdida de 9 l/s de caudal, durante la última campaña en el mes de enero, presumiblemente ocasionado por las actividades agrícolas o pecuarias, tal caso se dio en el mismo trayecto que va desde la quebrada Rumipamba – Monjas hasta la quebrada Guarango (ver Ilustración 17).

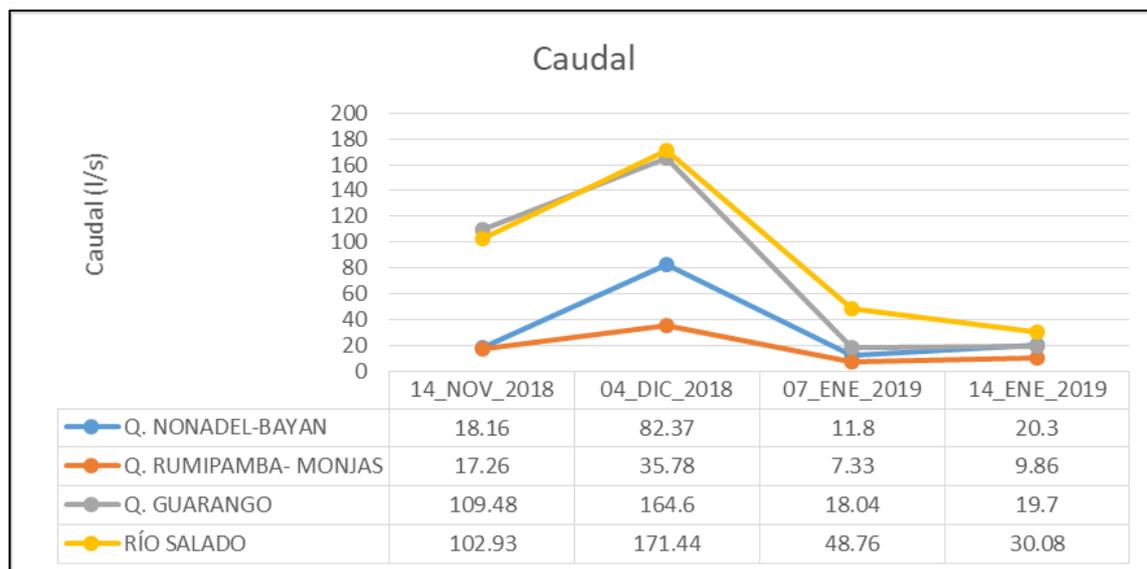


Ilustración 17. Comparación de los caudales obtenidos en cada una de las campañas con los puntos de monitoreo.

Elaboración: Autores.

4.1.2. Resultados de parámetros analizados en el laboratorio

Los parámetros analizados en el Laboratorio de Calidad de Aguas del Campus Balzay, y sus correspondientes informes finales, de cada campaña realizada a lo largo de los meses de noviembre y diciembre del 2018 y enero del 2019 se pueden observar en el Anexo 3. Un resumen de los informes con los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos se presenta a continuación:

Tabla 12. Parámetros analizados y obtenidos en la campaña 1.

PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDAD
Hora del muestreo	08:30	09:05	10:12	10:53	-
pH	7.627	8.37	7.882	6.989	-
Turbiedad	1.17	163.0	166.4	173.0	NTU
Conductividad	332.0	313.0	318.0	661.0	$\mu\text{S}/\text{cm}$
Sólidos Totales	191.0	211.0	217.1	406.0	mg/l
Temperatura	14.33	17.73	17.5	19.76	$^{\circ}\text{C}$
Fosfatos	0.01	0.01	0	0.01	mg/l PO_4^{3-}
Nitratos	0.1	0.9	5.1	0.3	mg/l NO_3^-



PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDAD
Oxígeno Disuelto	6.71	7.81	6.67	6.13	mg/l O ₂ ²⁻
DBO 5 días	51.5	22.0	35.9	20.7	mg/l O ₂ ²⁻
Coliformes totales	15	500	500	1100	NMP/100ml
Coliformes fecales	Negativo	40	150	150	NMP/100ml

Elaboración: Autores.

Tabla 13. Parámetros analizados y obtenidos en la campaña 2.

PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDAD
Hora de muestreo	09:30	09:12	08:40	07:45	-
pH	7.41	7.95	7.48	6.61	-
Turbiedad	66.8	13.5	62.1	281.0	NTU
Conductividad	118.1	249.0	235.0	421.0	μS/cm
Sólidos Totales	104.85	147.7	169.6	305	mg/l
Temperatura	12.36	14.33	13.26	13.35	°C
Fosfatos	0.04	0.87	0.03	0.53	mg/l PO ₄ ³⁺
Nitratos	0.1	0.1	0.1	0.1	mg/l NO ₃ ⁻
Oxígeno Disuelto	7.25	7.99	7.31	7.14	mg/l O ₂ ²⁻
DBO 5 días	33.9	32.1	28.5	24.2	mg/l O ₂ ²⁻
Coliformes totales	1800	1100	400	400	NMP/100ml
Coliformes fecales	7	7	290	400	NMP/100ml

Elaboración: Autores.



Tabla 14. Parámetros analizados y obtenidos en la campaña 3.

PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDAD
Hora de muestreo	09:43	10:15	10:52	11:15	-
pH	8.25	8.6	8.3	7.52	-
Turbiedad	1.77	0.71	0.98	5.74	NTU
Conductividad	307.0	325.0	505.0	1021.0	$\mu\text{S/cm}$
Sólidos Totales	186.4	197.5	304.2	647.8	mg/l
Temperatura	13.43	17.0	18.33	20.1	$^{\circ}\text{C}$
Fosfatos	0.15	0.5	0.32	0.04	mg/l PO_4^{3+}
Nitratos	1.1	2.0	0.6	0.8	mg/l NO_3^-
Oxígeno Disuelto	6.97	9.35	7.93	8.99	mg/l O_2^{2-}
DBO 5 días	32.66	41.46	34.26	40.86	mg/l O_2^{2-}
Coliformes totales	1100	800	1300	1400	NMP/100ml
Coliformes fecales	800	240	900	1100	NMP/100ml

Elaboración: Autores.

Tabla 15. Parámetros analizados y obtenidos en la campaña 4.

PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDAD
Hora de muestreo	09:00	09:15	09:35	10:00	-
pH	8.2	8.4	8.2	7.3	-
Turbiedad	2.62	3.6	1.29	2.4	NTU
Conductividad	284.0	321.0	459.0	1533.0	$\mu\text{S/cm}$
Sólidos Totales	164.1	187.6	269.0	938.3	mg/l
Temperatura	12,75	15.0	15.3	16.2	$^{\circ}\text{C}$
Fosfatos	0.1	0.28	0.09	0.11	mg/l PO_4^{3+}



PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDAD
Nitratos	0.1	0.2	0.1	0.1	mg/l NO ₃ ⁻
Oxígeno Disuelto	7.07	8.23	7.78	9.27	mg/l O ₂ ²⁻
DBO 5 días	36.72	43.5	34.45	42.16	mg/l O ₂ ²⁻
Coliformes totales	800	380	800	1100	NMP/100ml
Coliformes fecales	440	230	440	470	NMP/100ml

Elaboración: Autores.

4.1.2.1. Comparación de resultados de las campañas

Dentro de los tres meses en los que se realizó las diferentes recolecciones de muestras, se recalca que, en el mes de noviembre del 2018, en toda el área de estudio se arrastraba un periodo de sequía con precipitación intermitentes, según los pobladores de la microcuenca, además se corroboró con las visitas que se realizaron en este lapso de tiempo. Para los siguientes meses, se presentaron lluvias con una baja intensidad y duración corta dentro de la parroquia Quingeo.

- Temperatura

La temperatura del agua osciló entre 13.26 °C y 20.1 °C en la quebrada Rumipamba – Monjas, Guarango y el río Salado, a menudo fue similar entre los puntos de muestreo, con excepción de la quebrada Nonadel – Bayan, donde se presentaron los valores más bajos. Se puede notar que existieron picos de temperatura en la primera y tercera campaña de monitoreo. Se resalta que el aumento de la temperatura ambiente durante el transcurso del día, genera incremento de temperatura en el agua analizada, para los 4 puntos de muestro durante los periodos de campañas.

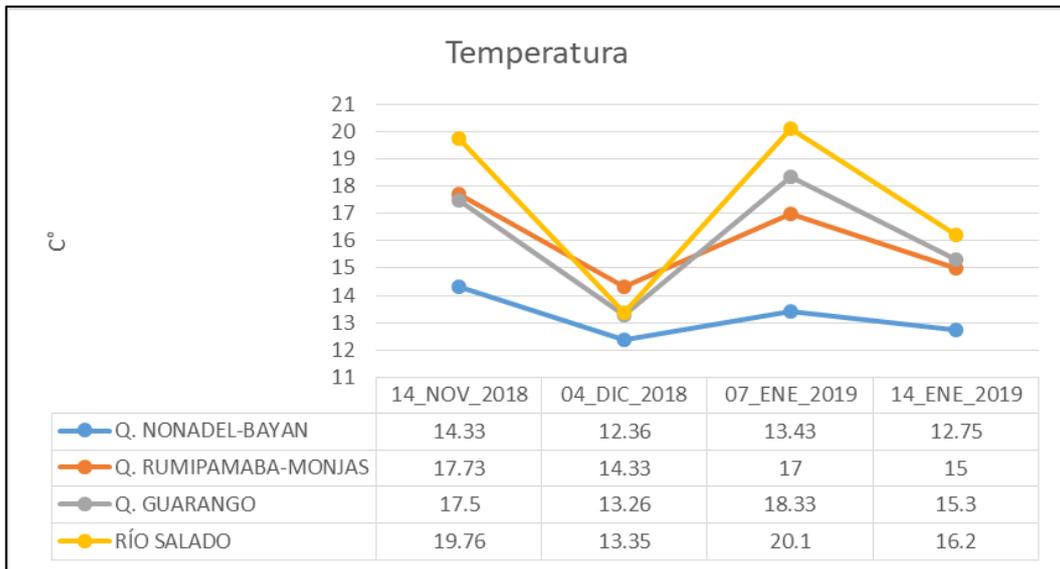


Ilustración 18. Variación temporal del parámetro temperatura en los diferentes puntos de monitoreo. Elaboración: Autores.

▪ pH

De acuerdo con Rocha (2010), en cuerpos de agua naturales el valor de pH varia de 6.0 a 8.0 unidades de pH, consideradas como adecuadas para el desarrollo de las actividades biológicas en los ecosistemas. En la Ilustración 19, se observa que el potencial de hidrógeno más bajo corresponde a la segunda campaña en el punto 4 (sector río Salado), con una valoración de 6.61 y el más alto se registra en la tercera campaña en el punto 2 (quebrada Rumipamba – Monjas), con un valor de 8.6.

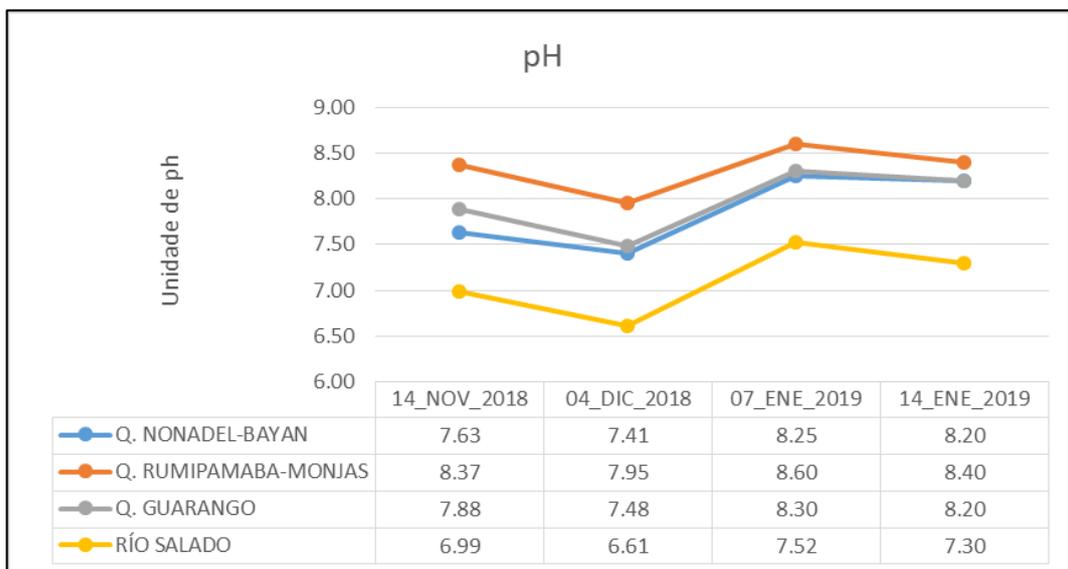


Ilustración 19. Variación temporal del parámetro pH en los diferentes puntos de monitoreo. Elaboración: Autores.



- Turbiedad

En la Ilustración 20, se muestran los niveles determinados para la turbiedad en las diferentes campañas. Este parámetro se vio modificado por la presencia de precipitaciones ocurridas en los meses de noviembre y diciembre características del ciclo lluvioso, causadas por el arrastre de sedimentos dando coloración y turbidez como tal a las aguas analizadas.

Para la mañana en que se realizó la primera campaña, ocurrió que el día anterior había llovido en la zona, por ende, se registran valores superiores a las 160 NTU en los tres últimos puntos, a excepción del punto 1, en donde la turbiedad es baja, le atribuimos esto al tiempo de sedimentación de las partículas. Para la segunda campaña, pasó algo similar a la primera, pero aquí se destaca el punto 4 que posee una turbidez de 281 NTU, siendo este el mayor valor que se registró en todo el tiempo de estudio. Las campañas 3 y 4 realizadas en el mes de enero arrojaron resultados de turbiedad por debajo de los 6 NTU, debido a la ausencia de lluvia en la zona.

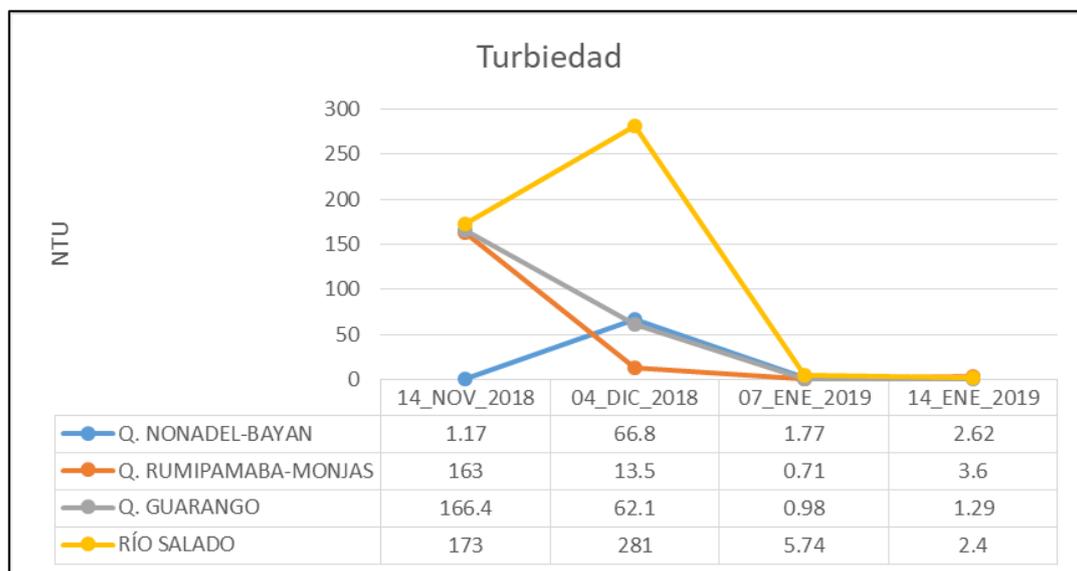


Ilustración 20. Variación temporal del parámetro turbiedad en los diferentes puntos de monitoreo. Elaboración: Autores.

- Sólidos Totales

El perfil longitudinal de las concentraciones de sólidos totales, muestra que las mayores concentraciones están en el último punto de muestro, siendo el valor más alto de 938.3 mg/l en la última campaña en el mes de enero, cabe mencionar que a simple vista se podía observar la presencia de sólidos suspendidos en el río entre ellos algas en estado de



descomposición, le atribuimos esta situación a la cercanía que tiene el ganado al curso de agua.

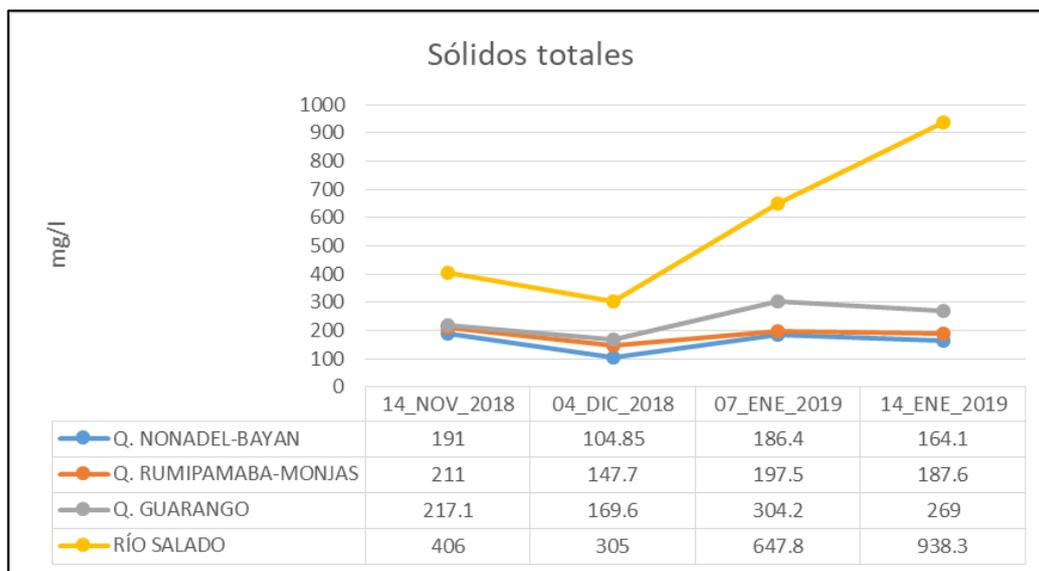


Ilustración 21. Variación temporal del parámetro sólidos totales en los diferentes puntos de monitoreo. Elaboración: Autores.

- Fosfatos

Para los fosfatos se presentó dos datos atípicos 0.53 y 0.87 mg/l PO_4^{3-} en el mes de diciembre. Dado que los fosfatos se relacionan con la presencia de detergentes de uso doméstico (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2012), estiércol y fertilizantes en la agricultura (Lavie, Morábito, Salatino, Bermejillo, & Filippini, 2010), se deduce que existió un evento puntual el cual implica el uso de productos de limpieza en la comunidad de Rumipamba, mientras se realizaba la segunda campaña, que elevó las concentraciones de este parámetro en el mes mencionado (véase Ilustración 22).

De acuerdo con Camacho (2003), los fosfatos se encuentran de forma natural en el agua en una concentración inferior a los 0.01 mg/l PO_4^{3-} y que su presencia es mayor en periodos secos donde el riesgo de erosión es mayor. Lo cual coincide con nuestro estudio pues en el mes de enero, donde se percibió menos precipitación los valores de fosfatos son elevados en comparación con los obtenidos en el mes de noviembre, cuando empezaron las lluvias en la microcuenca.

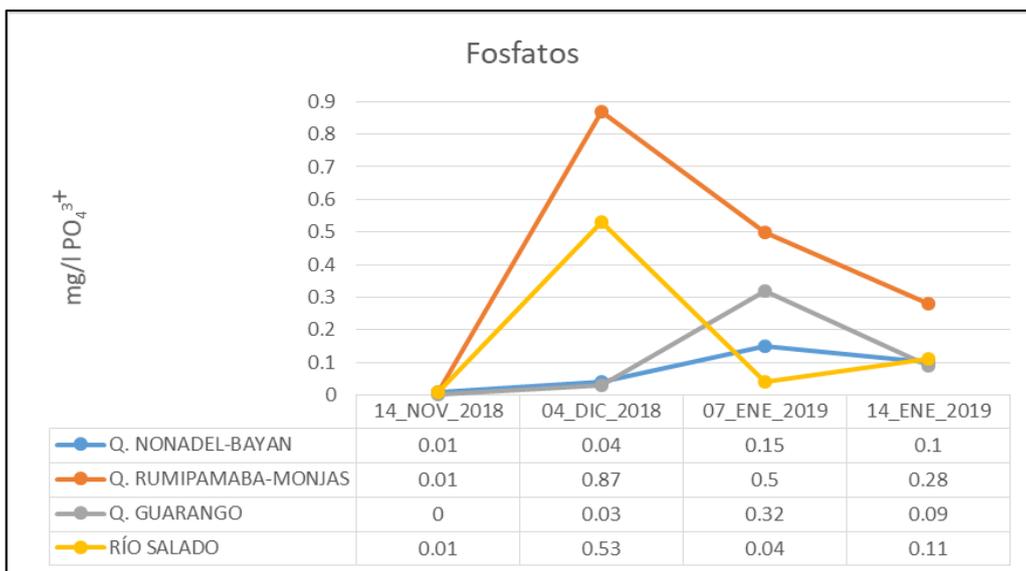


Ilustración 22. Variación temporal del parámetro fosfatos en los diferentes puntos de monitoreo.
Elaboración: Autores.

▪ Nitratos

Para este parámetro, el único valor importante que estuvo fuera del perfil, es el registrado en el punto tres en el mes de noviembre con un resultado igual a 5.1 mg/l NO_3^- . Se plantea la condición particular en la que el lavado de suelos con lluvia permitió el desplazamiento de agua mezclada con fertilizantes, proveniente de sembríos cercanos al curso de agua, además de arrastrar residuos animales que elevaron dicha concentración (véase Ilustración 23).

Para la tercera campaña se observa que los valores de concentración de nitratos aumentan para las quebradas Nonadel – Bayan de 1.1 mg/l NO_3^- y Rumipamba – Monjas de 2 mg/l NO_3^- , lo que nos indicaría que las personas están utilizando más agroquímicos, o a su vez un aumento en los residuos generados por actividades pecuarias cercanas a las quebradas, aguas arriba.

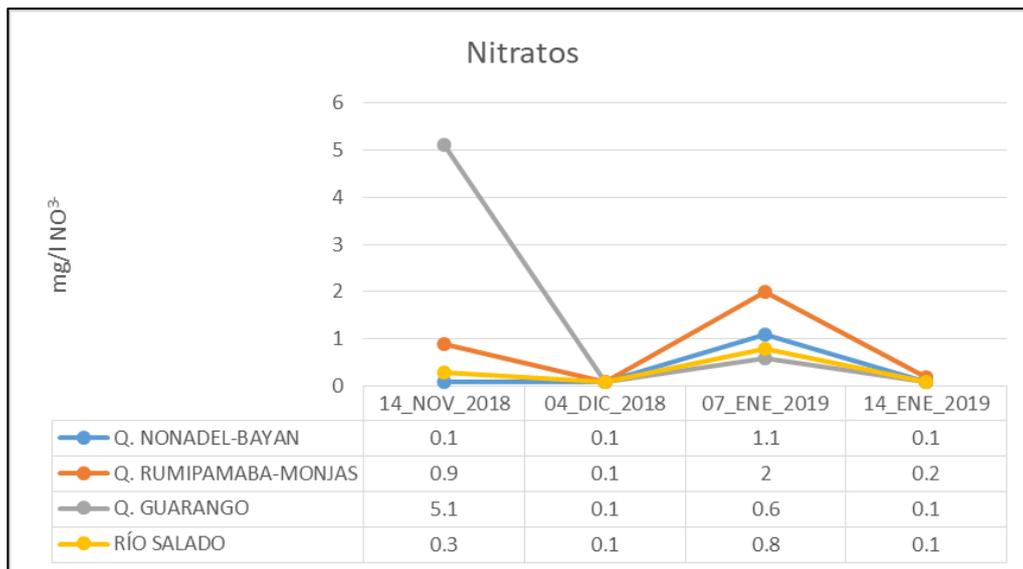


Ilustración 23. Variación temporal del parámetro nitratos en los diferentes puntos de monitoreo. Elaboración: Autores.

▪ Oxígeno Disuelto

Los valores de oxígeno disuelto están dentro de los rangos de agua con buena cantidad de oxígeno disuelto, posiblemente debido a la velocidad del agua por las pendientes del terreno, con un valor mínimo de 6.13 mg/l O₂²⁻ en el río Salado y un máximo de 9.35 mg/l O₂²⁻ en la quebrada Rumipamba – Monjas. Este rango es adecuado para un desarrollo adecuado para la vida acuática (Mora, Flores, Durán, & Ruiz, 2011).

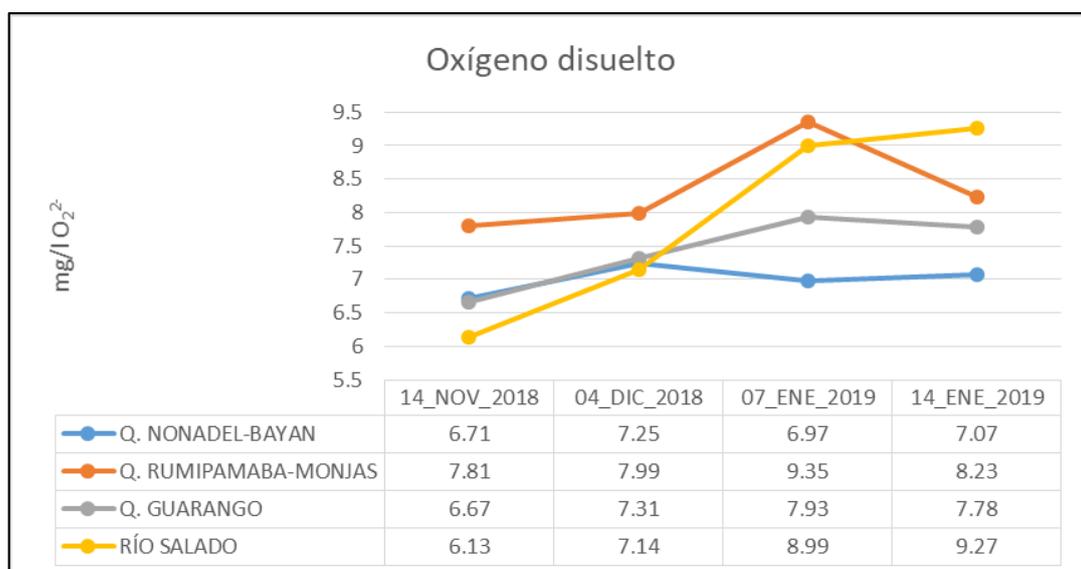


Ilustración 24. Variación temporal del parámetro oxígeno disuelto en los diferentes puntos de monitoreo. Elaboración: Autores.



- DBO 5 días

Los datos colectados en 2018, como en 2019, fluctúan en promedios dispersos en las dos primeras campañas, después muestra una tendencia a valores similares en las dos últimas campañas desarrolladas en enero.

Para la primera campaña se observa un dato atípico en la quebrada Nonadel – Bayan, pues el valor obtenido es de 51.5 mg/l O₂²⁻ que excede al resto de puntos, a esto se le atribuye el arrastre de una alta carga orgánica aguas arriba, pues se considera que un cuerpo de agua no está contaminado cuando dicha valoración está por debajo de 3 mg/l O₂²⁻ (CONAGUA, 1989), y adicional a esto el inicio de lluvias favoreció el desplazamiento de contaminantes.

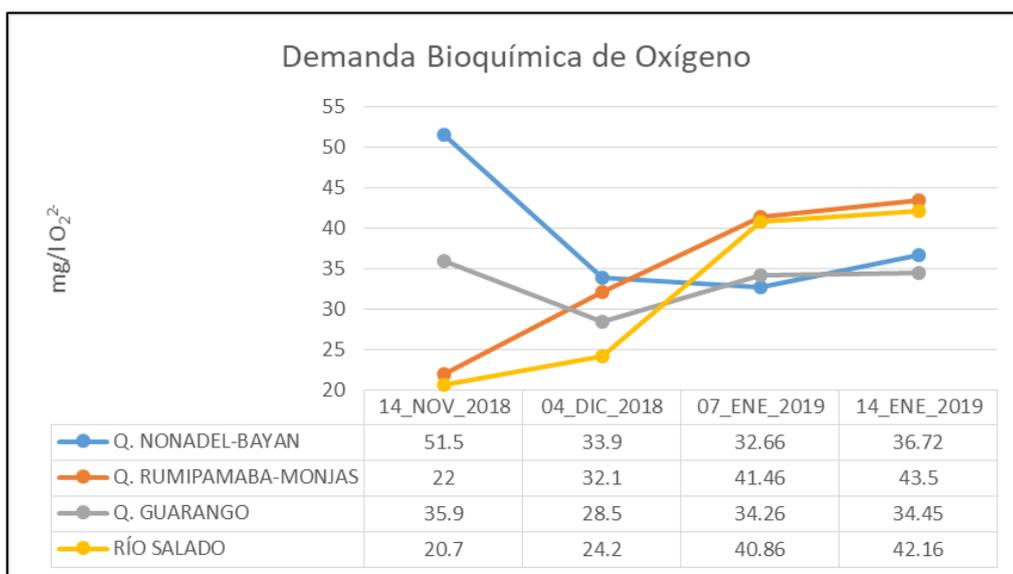


Ilustración 25. Variación temporal del parámetro DBO 5 días en los diferentes puntos de monitoreo. Elaboración: Autores.

- Coliformes fecales

Se pudo constatar el aumento progresivo de coliformes fecales desde la primera campaña de monitoreo hasta la tercera campaña, generándose un declive no muy significativo, para el último monitoreo en el mes de enero.

Este parámetro fue considerado que incrementa aguas abajo, el motivo radica en el la población y sus actividades (ganadería y agricultura), se las realiza muy cerca de las riberas incluso los animales domésticos permanecen cerca del río.

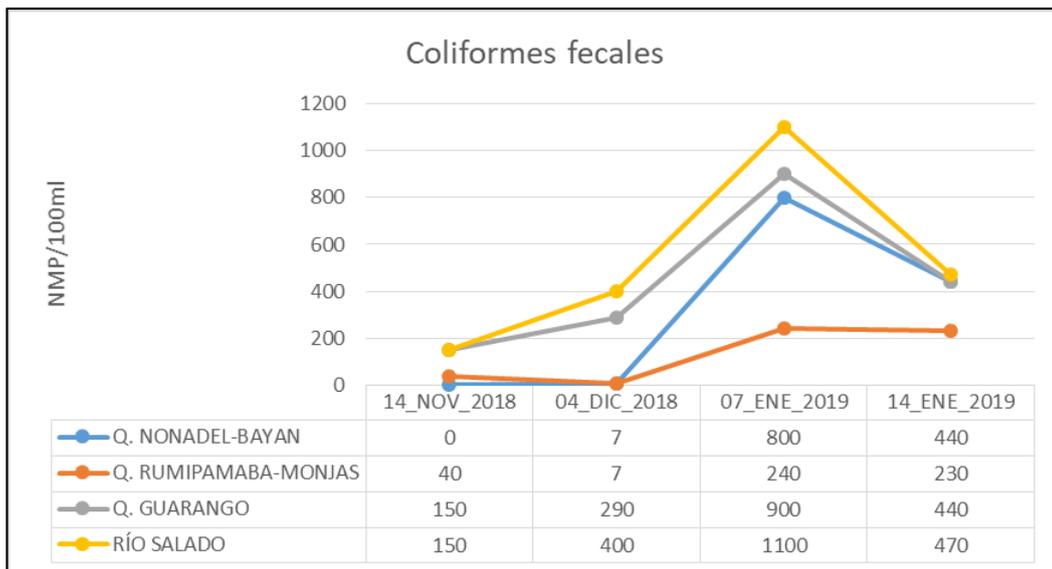


Ilustración 26. Variación temporal del parámetro coliformes fecales en los diferentes puntos de monitoreo. Elaboración: Autores.

4.1.3. Comparación de los parámetros analizados con la normativa

Para fines de comparación con la normativa, se consideró lo siguiente: los parámetros medidos en las quebradas Nonadel – Bayan (punto 1) y Rumipamba – Monjas (punto 2) se relacionaron con los Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico, Tabla N°1. Del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente TULSMA, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua. Por la razón, de que cercano al punto 2 se encuentra una captación de agua (aproximadamente a 200 m), en las tablas a continuación, se muestra los resultados comparados para cada campaña.

Tabla 16. Comparación de los puntos 1 y 2 con la Tabla N°1 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 1.

Campaña	Punto de muestreo	Parámetro	Criterio de Calidad	Resultado obtenido	Cumplimiento
1	1	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	Negativo	Cumple
		DBO5 (mg/l)	<2	51.5	No cumple
		Nitratos (mg/l)	50	0.1	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	7.627	Cumple
		Turbiedad (NTU)	100	1.17	Cumple
	2	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	40.0	Cumple
		DBO5 (mg/l)	<2	22.0	No cumple



Campaña	Punto de muestreo	Parámetro	Criterio de Calidad	Resultado obtenido	Cumplimiento
		Nitratos (mg/l)	50	0.9	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	8.37	Cumple
		Turbiedad (NTU)	100	163.0	No cumple

Elaboración: Autores.

Para la primera campaña de monitoreo realizada el 14 de noviembre del 2018, la Tabla 16 muestra que, de los 5 parámetros analizados, el DBO₅ no cumple con la normativa en ninguno de los casos, adicional a esto, en el punto 2 la turbiedad tampoco satisface lo expuesto en la legislación.

Tabla 17. Comparación de los puntos 1 y 2 con la Tabla N°1 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 2.

Campaña	Punto de muestreo	Parámetro	Criterio de Calidad	Resultado obtenido	Cumplimiento
		Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	7.0	Cumple
	1	DBO ₅ (mg/l)	<2	33.9	No cumple
		Nitratos (mg/l)	50	0.1	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	7.41	Cumple
2		Turbiedad (NTU)	100	66.8	Cumple
		Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	7.0	Cumple
	2	DBO ₅ (mg/l)	<2	32.1	No cumple
		Nitratos (mg/l)	50	0.1	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	7.95	Cumple
		Turbiedad (NTU)	100	13.5	Cumple

Elaboración: Autores.

La Tabla 17, perteneciente a la segunda campaña que se la realizó el día 4 de diciembre del 2018, se observa que tampoco se cumple con lo estipulado para el parámetro DBO₅ en ninguno de los dos sectores.



Tabla 18. Comparación de los puntos 1 y 2 con la Tabla N°1 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 3.

Campaña	Punto de muestreo	Parámetro	Criterio de Calidad	Resultado obtenido	Cumplimiento
3	1	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	800.0	Cumple
		DBO5 (mg/l)	<2	32.7	No cumple
		Nitratos (mg/l)	50	1.1	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	8.25	Cumple
		Turbiedad (NTU)	100	1.77	Cumple
	2	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	240.0	Cumple
		DBO5 (mg/l)	<2	41.46	No cumple
		Nitratos (mg/l)	50	2.0	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	8.6	Cumple
		Turbiedad (NTU)	100	0.71	Cumple

Elaboración: Autores.

En la Tablas 18 y 19, correspondientes a la campaña 3 y 4 respectivamente, ocurre lo mismo que en la campaña 2, donde el DBO₅ no cumple con lo especificado en la normativa, además de observar un aumento del parámetro desde el punto 3 a el punto 4 significativamente.

Tabla 19. Comparación de los puntos 1 y 2 con la Tabla N°1 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 4.

Campaña	Punto de muestreo	Parámetro	Criterio de Calidad	Resultado obtenido	Cumplimiento
4	1	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	440.0	Cumple
		DBO5 (mg/l)	<2	36.72	No cumple
		Nitratos (mg/l)	50	0.1	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	8.2	Cumple
		Turbiedad (NTU)	100	2.62	Cumple
	2	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	230.0	Cumple
		DBO5 (mg/l)	<2	43.50	No cumple
		Nitratos (mg/l)	50	0.2	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	8.4	Cumple
		Turbiedad (NTU)	100	3.60	Cumple

Elaboración: Autores.



Para el caso de la quebrada Guarango (punto 3) y Río Salado (punto 4) se tomó en cuenta la Tabla N°3, Criterios de calidad de aguas para riego agrícola y la Tabla N°5, Criterios de calidad de aguas para uso pecuario. Del Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua, TULSMA. Esto debido a la cercanía de actividades agrícolas y ganaderas en los márgenes de los sitios de monitoreo, a continuación, se muestra las tablas de comparación.

Tabla 20. Comparación de los puntos 3 y 4 con la Tablas N°3 y N°5 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 1.

Campaña	Punto de muestreo	Parámetro	Criterio de Calidad	Resultado obtenido	Cumplimiento
Tabla N° 3. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola					
1	3	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	150.0	Cumple
		Oxígeno Disuelto (mg/l)	3	6.67	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	7.882	Cumple
	4	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	150.0	Cumple
		Oxígeno Disuelto (mg/l)	3	6.13	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	6.989	Cumple
Tabla N° 5. Criterios de calidad de aguas para uso pecuario					
1	3	Nitratos (mg/l)	50	5.1	Cumple
		Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	150.0	Cumple
	4	Nitratos (mg/l)	50	0.3	Cumple
		Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	150.0	Cumple

Elaboración: Autores.

Como se observa en la Tabla 20, para la campaña 1 se está cumpliendo con los criterios de calidad para ambos usos. Así mismo, en la campaña 2 los parámetros analizados no exceden lo propuesto en la normativa (ver Tabla 21).



Tabla 21. Comparación de los puntos 3 y 4 con la Tablas N°3 y N°5 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 2.

Campaña	Punto de muestreo	Parámetro	Criterio de Calidad	Resultado obtenido	Cumplimiento
Tabla N° 3. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola					
2	3	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	290.0	Cumple
		Oxígeno Disuelto (mg/l)	3	7.31	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	7.48	Cumple
	4	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	400.0	Cumple
		Oxígeno Disuelto (mg/l)	3	7.14	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	6.61	Cumple
Tabla N° 5. Criterios de calidad de aguas para uso pecuario					
2	3	Nitratos (mg/l)	50	0.1	Cumple
		Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	290.0	Cumple
	4	Nitratos (mg/l)	50	0.1	Cumple
		Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	400.0	Cumple

Elaboración: Autores.

En la Tabla 22, el parámetro que no se está cumpliendo para ambos usos en el punto 4, son los coliformes fecales, pues la presencia de ganado vacuno, porcino y caprino es evidente en la ribera del sitio de monitoreo.

Tabla 22. Comparación de los puntos 3 y 4 con la Tablas N°3 y N°5 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 3.

Campaña	Punto de muestreo	Parámetro	Criterio de Calidad	Resultado obtenido	Cumplimiento
Tabla N° 3. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola					
3	3	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	900.0	Cumple
		Oxígeno Disuelto (mg/l)	3	7.93	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	8.3	Cumple
	4	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	1100.0	No cumple
		Oxígeno Disuelto (mg/l)	3	8.99	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	7.52	Cumple



Campaña	Punto de muestreo	Parámetro	Criterio de Calidad	Resultado obtenido	Cumplimiento
Tabla N° 5. Criterios de calidad de aguas para uso pecuario					
3	3	Nitratos (mg/l)	50	0.6	Cumple
		Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	900	Cumple
	4	Nitratos (mg/l)	50	0.8	Cumple
		Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	1100	No Cumple

Elaboración: Autores.

Para la campaña 4 (ver Tabla 23), se está cumpliendo con la normativa para ambos usos en los dos sectores de monitoreo.

Tabla 23. Comparación de los puntos 3 y 4 con la Tablas N°3 y N°5 del Anexo 1, TULSMA, Campaña 4.

Campaña	Punto de muestreo	Parámetro	Criterio de Calidad	Resultado obtenido	Cumplimiento
Tabla N° 3. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola					
3	3	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	440.0	Cumple
		Oxígeno Disuelto (mg/l)	3	7.78	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	8.2	Cumple
4	4	Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	470.0	Cumple
		Oxígeno Disuelto (mg/l)	3	9.27	Cumple
		Potencial de Hidrógeno (unidades de pH)	6-9	7.3	Cumple
Tabla N° 5. Criterios de calidad de aguas para uso pecuario					
4	3	Nitratos (mg/l)	50	0.1	Cumple
		Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	440	Cumple
	4	Nitratos (mg/l)	50	0.1	Cumple
		Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1000	470	Cumple

Elaboración: Autores.

4.1.4. Cálculo de Índice de Calidad del Agua ICA-NSF

Usando los valores obtenidos en el laboratorio y en el campo se realizaron los cálculos del Índice de Calidad del Agua para la microcuenca:



Tabla 24. Resultados del cálculo de ICA-NSF de la campaña 1.

PUNTO MUESTREO	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	TOTAL	CALIDAD
1	Oxígeno disuelto	91	% de Saturación	96	84	BUENA
	Coliformes fecales	Negativo	NMP/100ml	100		
	pH	7.627		92		
	DBO5	51.5	mg/l	2		
	Temperatura	0.87	Δ°C	90		
	Fosfatos	0.01	mg/l	99		
	Nitratos	0.1	mg/l	97		
	Turbiedad	1.17	NTU	95		
	Sólidos totales	191	mg/l	74		
2	Oxígeno disuelto	100.1	% de Saturación	99	69	MEDIA
	Coliformes fecales	40	NMP/100ml	55		
	pH	8.37		71		
	DBO5	22	mg/l	10		
	Temperatura	0.367	Δ°C	92		
	Fosfatos	0.01	mg/l	100		
	Nitratos	0.9	mg/l	96		
	Turbiedad	163	NTU	5		
	Sólidos totales	211	mg/l	71		
3	Oxígeno disuelto	88.8	% de Saturación	94	63	MEDIA
	Coliformes fecales	150	NMP/100ml	40		
	pH	7.88		88		
	DBO5	35.9	mg/l	2		
	Temperatura	1.8	Δ°C	86		
	Fosfatos	0.0	mg/l	100		
	Nitratos	5.1	mg/l	65		
	Turbiedad	166.4	NTU	5		
	Sólidos totales	217	mg/l	74		
4	Oxígeno disuelto	89.72	% de Saturación	95	65	MEDIA
	Coliformes fecales	150	NMP/100ml	40		
	pH	6.939		86		
	DBO5	20.7	mg/l	11		
	Temperatura	2.867	Δ°C	82		



PUNTO MUESTREO	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	TOTAL	CALIDAD
	Fosfatos	0.01	mg/l	100		
	Nitratos	0.3	mg/l	97		
	Turbiedad	173	NTU	5		
	Sólidos totales	406	mg/l	46		

Elaboración: Autores.

Los valores de ICA – NSF obtenidos en la campaña 1, se resalta que el primer punto (quebrada Nonadel – Bayan), presenta el índice más alto 84 correspondiente al rango de BUENA por lo que estas aguas se encuentran poco contaminadas; para los demás puntos se obtuvo un rango MEDIO, lo cual presenta una contaminación moderada (ver Tabla 24).

Tabla 25. Resultados del cálculo de ICA-NSF de la campaña 2.

PUNTO MUESTREO	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	TOTAL	CALIDAD
1	Oxígeno disuelto	94.2	% de Saturación	95	74	BUENA
	Coliformes fecales	7	NMP/100ml	76		
	pH	7.41		93		
	DBO5	33.9	mg/l	2		
	Temperatura	4.83	Δ°C	74		
	Fosfatos	0.04	mg/l	98		
	Nitratos	0.1	mg/l	97		
	Turbiedad	66.8	NTU	30		
	Sólidos totales	104.85	mg/l	86		
2	Oxígeno disuelto	108.1	% de Saturación	97	72	BUENA
	Coliformes fecales	7	NMP/100ml	76		
	pH	7.95		86		
	DBO5	32.1	mg/l	2		
	Temperatura	1.467	Δ°C	87		
	Fosfatos	0.87	mg/l	44		
	Nitratos	0.1	mg/l	97		
	Turbiedad	13.5	NTU	69		
	Sólidos totales	147.7	mg/l	79		
3	Oxígeno disuelto	95.9	% de Saturación	98	68	MEDIA
	Coliformes fecales	400	NMP/100ml	31		



PUNTO MUESTREO	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	TOTAL	CALIDAD
4	pH	7.48		93	59	MEDIA
	DBO5	28.5	mg/l	6		
	Temperatura	2.533	Δ°C	83		
	Fosfatos	0.03	mg/l	99		
	Nitratos	0.1	mg/l	97		
	Turbiedad	62.1	NTU	32		
	Sólidos totales	169.6	mg/l	76		
	Oxígeno disuelto	93.2	% de Saturación	97		
	Coliformes fecales	400	NMP/100ml	31		
	pH	6.61		76		
	DBO5	24.2	mg/l	8		
	Temperatura	2.45	Δ°C	83		
	Fosfatos	0.53	mg/l	59		
	Nitratos	0.1	mg/l	97		
Turbiedad	281	NTU	5			
Sólidos totales	305	mg/l	59			

Elaboración: Autores.

En la campaña 2, se presentó un valor bajo de 59 de ICA – NSF en el punto 4 (río Salado). En los puntos 1 y 2, se adquirió una calidad de BUENA; y para los puntos 3 y 4, se obtuvo una calidad MEDIA (ver Tabla 25).

Tabla 26. Resultados del cálculo de ICA-NSF de la campaña 3.

PUNTO MUESTREO	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	TOTAL	CALIDAD
1	Oxígeno disuelto	93.1	% de Saturación	97	67	MEDIA
	Coliformes fecales	800	NMP/100ml	24		
	pH	8.25		75		
	DBO5	32.66	mg/l	2		
	Temperatura	6.667	Δ°C	63		
	Fosfatos	0.15	mg/l	94		
	Nitratos	1.1	mg/l	96		
	Turbiedad	1.77	NTU	94		
Sólidos totales	184.6	mg/l	75			
2	Oxígeno disuelto	135.5	% de Saturación	81	63	MEDIA



PUNTO MUESTREO	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	TOTAL	CALIDAD
	Coliformes fecales	240	NMP/100ml	36		
	pH	8.6		63		
	DBO5	41.46	mg/l	2		
	Temperatura	2.8	Δ°C	82		
	Fosfatos	0.5	mg/l	60		
	Nitratos	2	mg/l	95		
	Turbiedad	0.98	NTU	96		
	Sólidos totales	197.5	mg/l	73		
3	Oxígeno disuelto	116.7	% de Saturación	92	62	MEDIA
	Coliformes fecales	900	NMP/100ml	23		
	pH	8.3		73		
	DBO5	34.26	mg/l	2		
	Temperatura	8.467	Δ°C	53		
	Fosfatos	0.32	mg/l	79		
	Nitratos	0.6	mg/l	96		
	Turbiedad	0.98	NTU	96		
4	Oxígeno disuelto	137.5	% de Saturación	80	61	MEDIA
	Coliformes fecales	1100	NMP/100ml	26		
	pH	7.52		92		
	DBO5	40.86	mg/l	2		
	Temperatura	8.9	Δ°C	50		
	Fosfatos	0.04	mg/l	99		
	Nitratos	0.8	mg/l	96		
	Turbiedad	5.74	NTU	85		
Sólidos totales	647.8	mg/l	20			

Elaboración: Autores.

En la campaña 3 (ver Tabla 26), se presentó 4 valores cercanos en el cálculo de ICA – NSF estos corresponden al rango de calidad MEDIA, lo que significa una contaminación moderada en los 4 puntos de monitoreo.



Tabla 27. Resultados del cálculo de ICA-NSF de la campaña 4.

PUNTO MUESTREO	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	TOTAL	CALIDAD
1	Oxígeno disuelto	92.6	% de Saturación	97	70	BUENA
	Coliformes fecales	440	NMP/100ml	30		
	pH	8.2		77		
	DBO5	36.72	mg/l	2		
	Temperatura	3.65	Δ°C	78		
	Fosfatos	0.1	mg/l	96		
	Nitratos	0.1	mg/l	97		
	Turbiedad	2.62	NTU	91		
	Sólidos totales	164.1	mg/l	77		
2	Oxígeno disuelto	112.9	% de Saturación	94	69	MEDIA
	Coliformes fecales	230	NMP/100ml	36		
	pH	8.4		70		
	DBO5	43.5	mg/l	2		
	Temperatura	1.9	Δ°C	85		
	Fosfatos	0.28	mg/l	83		
	Nitratos	0.2	mg/l	97		
	Turbiedad	3.6	NTU	89		
	Sólidos totales	167.6	mg/l	77		
3	Oxígeno disuelto	107.1	% de Saturación	97	67	MEDIA
	Coliformes fecales	440	NMP/100ml	30		
	pH	8.2		77		
	DBO5	34.45	mg/l	2		
	Temperatura	7.3	Δ°C	60		
	Fosfatos	0.09	mg/l	96		
	Nitratos	0.1	mg/l	97		
	Turbiedad	1.29	NTU	95		
	Sólidos totales	269	mg/l	64		
4	Oxígeno disuelto	129.5	% de Saturación	84	64	MEDIA
	Coliformes fecales	470	NMP/100ml	29		
	pH	7.3		93		
	DBO5	42.16	mg/l	2		
	Temperatura	5.9	Δ°C	68		



PUNTO MUESTREO	PARÁMETROS	VALOR	UNIDAD	ÍNDICE DE CALIDAD	TOTAL CALIDAD
	Fosfatos	0.11	mg/l	96	
	Nitratos	0.1	mg/l	93	
	Turbiedad	2.4	NTU	92	
	Sólidos totales	938.3	mg/l	20	

Elaboración: Autores.

En la última campaña, el ICA – NSF presenta una contaminación moderada en tres de los 4 puntos de monitoreo con una calidad MEDIA y una contaminación ligera en el primer punto con calidad BUENA (véase Tabla 27).

Los valores de ICA obtenidos para cada campaña fueron calculados con el software en línea y corroborados manualmente, teniendo como resultado valores similares con ambos procedimientos.

La Ilustración 27, demuestra que el punto donde existe un declive notorio de la calidad del agua se da en el río Salado en la campaña 2, que se realizó en el mes de diciembre con una valoración de calidad Media con aguas moderadamente contaminadas. La quebrada Nonadel – Bayan, en la primera campaña arrojó el mayor valor que se presentó dentro del resto de monitoreos con un total de 84, entrando en la categoría bueno con aguas ligeramente contaminadas. De acuerdo con los resultados, la campaña 3, realizada en enero es la que menores valores de ICA obtuvo.

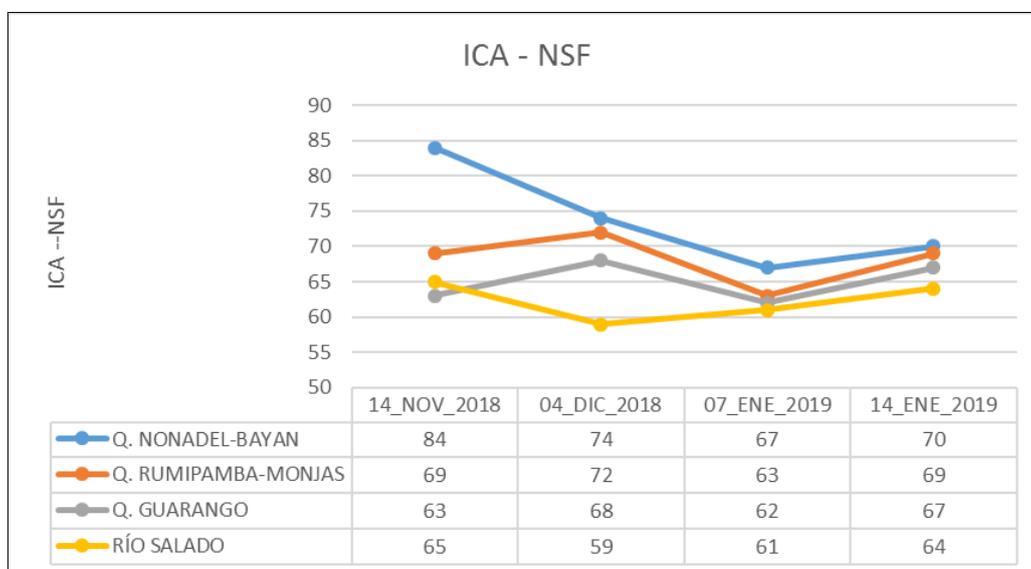


Ilustración 27. Comparación de los ICA – NSF obtenidos en cada una de las campañas con los puntos de monitoreo.

Elaboración: Autores.



4.1.4.1. Correlación entre ICA-NSF y caudales

Para obtener un mejor análisis de los Índices de Calidad del Agua calculados y los caudales medidos, se procedió a usar el método estadístico de coeficiente de correlación de Pearson, representado por la letra “r”, lo obtenido se detalla a continuación:

En la Ilustración 28, el punto 1 obtuvo un valor $r= 0.069$ indicando una correlación directa débil, casi nula (Calvo & Mora, 2009), para las fechas en que se realizó la toma de muestras y se obtuvo tanto los valores de caudal como los de ICA. Siendo así, estas variables se las consideran independientes.

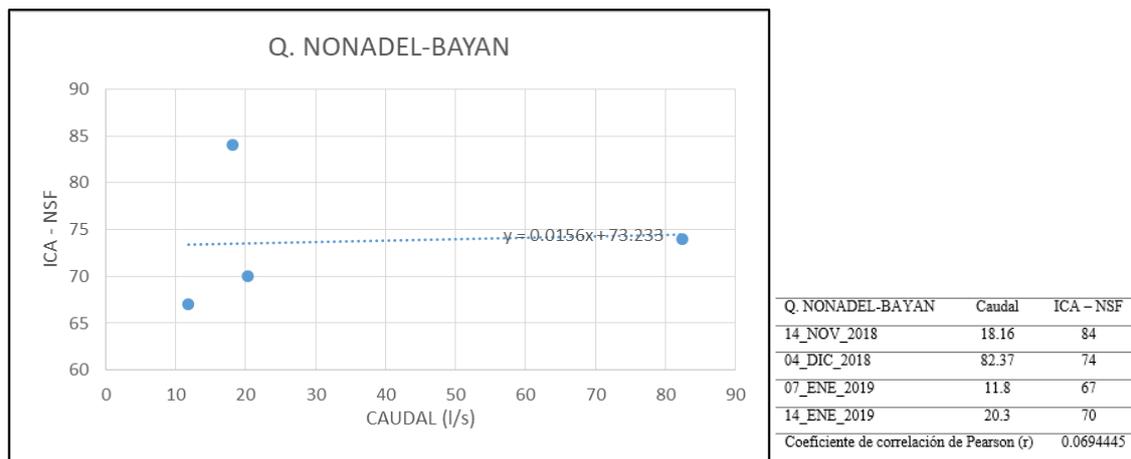


Ilustración 28. Correlación de los caudales obtenidos en cada una de las campañas con el ICA – NSF para el primer punto de monitoreo.

Elaboración: Autores.

Para el punto 2, se observa que se mantiene una relación lineal con los puntos obtenidos en la Ilustración 29, por lo cual, $r= 0.7968$, indicándonos una correlación directa fuerte y la dependencia entre las dos variables (Calvo & Mora, 2009).

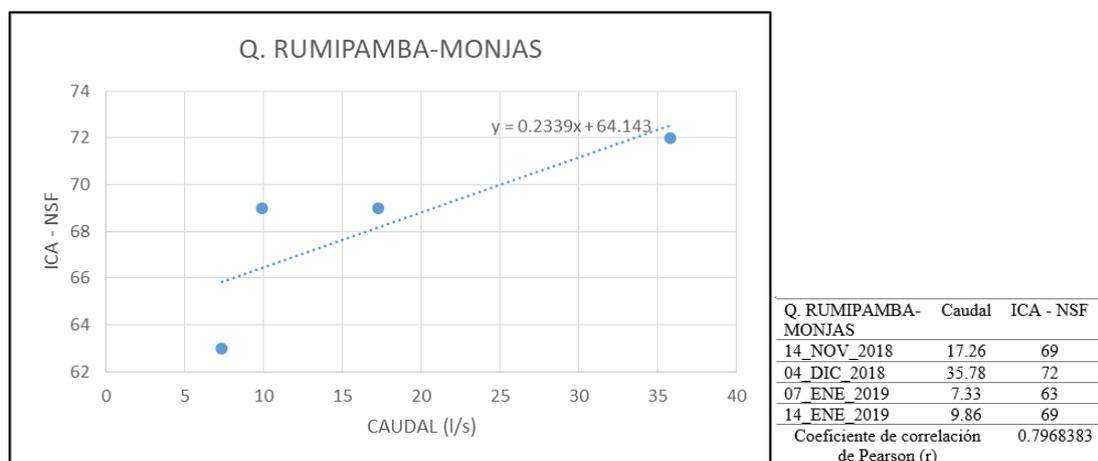


Ilustración 29. Correlación de los caudales obtenidos en cada una de las campañas con el ICA – NSF para el segundo punto de monitoreo.

Elaboración: Autores.



En la Ilustración 30, $r = 0.4099$, correspondientes a una correlación directa débil, lo que indicaría una presente dependencia del ICA con el caudal.

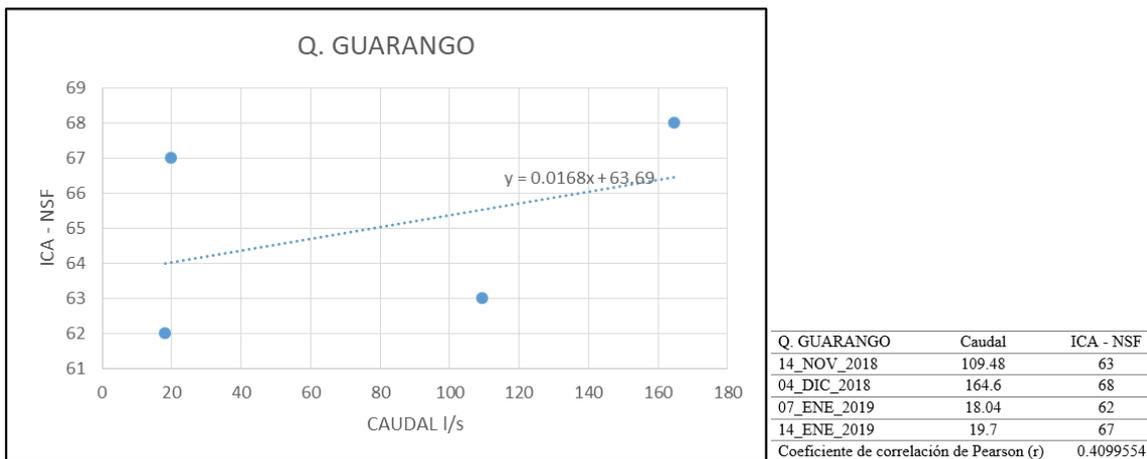


Ilustración 30. Correlación de los caudales obtenidos en cada una de las campañas con el ICA – NSF para el tercer punto de monitoreo.
Elaboración: Autores.

Como se observa en la Ilustración 31, el tipo de correlación existente es inversa ya que a medida que el caudal disminuye la calidad del agua aumenta, con un valor de $r = -0.5387$, indicando la dependencia de una variable con la otra.

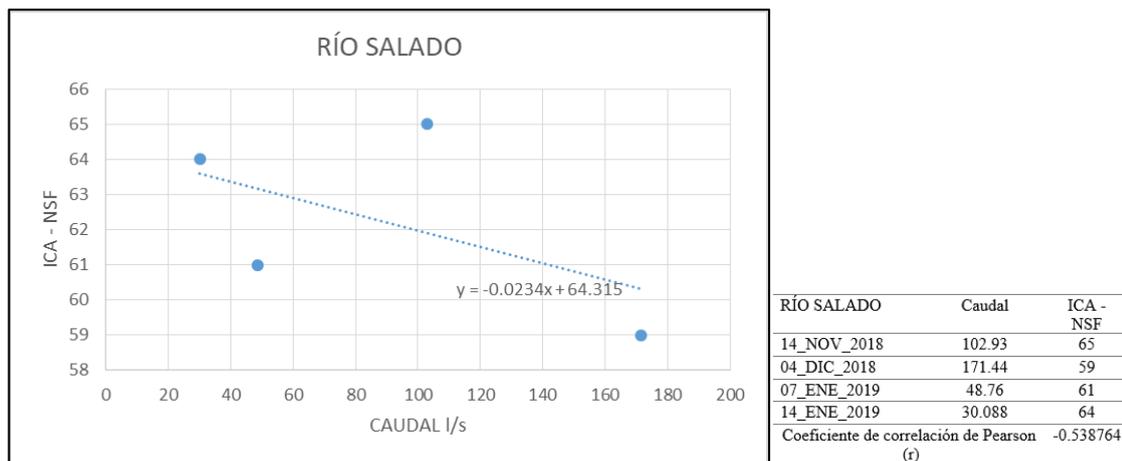


Ilustración 31. Correlación de los caudales obtenidos en cada una de las campañas con el ICA – NSF para el cuarto punto de monitoreo.
Elaboración: Autores.

El propósito de correlacionar los ICA con los caudales, fue determinar si mantiene una relación directa, nula o inversa. En la correlación se debe considerar las características del terreno aledaño a los cauces, pues, se mantiene una posibilidad de que lluvias ligeras y cortas ayuden a diluir los contaminantes presentes en los ríos, mejorando su calidad; pero lluvias con mayor intensidad y duración pueden empeorar su calidad debido a una mayor carga contaminante en el río, producto de la erosión y lavado de los suelos (Calvo & Mora, 2009).



4.2. Evaluación de impactos ambientales

Se identificó acciones impactantes en el área de la microcuenca del Guarango para posteriormente hacer una valoración cuantitativa de los impactos que estos generan, como se observa en la Tabla 28.

Tabla 28. Análisis del impacto ambiental, en la microcuenca del Guarango de la parroquia rural de Quingeo.

Análisis de impactos ambientales en la microcuenca del Guarango	
Actividad impactante en el medio	Descripción
Asentamientos humanos	En el área de influencia se encuentran asentadas 450 viviendas aproximadamente, de las cuales poseen sistemas de saneamiento básicos ineficientes, no los utilizan de forma adecuada, o no tiene el acceso a dichos servicios, lo que incrementaría los focos de contaminación en la microcuenca.
Ganadería extensiva	El uso de extensiones moderadas de tierra con una sobrepoblación de ganado (vacuno, caprino y porcino) acarrea los procesos erosivos de los suelos, contribuyendo a la contaminación del ambiente y principalmente del recurso agua (heces fecales).
Agricultura extensiva	La agricultura en esta zona es de monocultivos como maíz, papas y hortalizas. La estabilidad del medio se ve afectada por la falta de conocimiento y prácticas agrícolas deficientes.
Cambio de uso de suelo	La intensa transformación del paisaje asociada a la expansión de la frontera agrícola en la parroquia Quingeo, amenaza la parte alta de la microcuenca. Una de las externalidades negativas de la conversión de tierras naturales a cultivos es el incremento en los procesos erosivos, es decir, una mayor salida de sedimentos y otros contaminantes desde el predio, asociada a un incremento en la tasa de escurrimiento superficial.

Elaboración: Autores.



Para caracterizar los impactos como tal, se realizó la siguiente matriz (ver Tabla 29) en la que se relacionó las actividades descritas en la Tabla 28, con los diferentes componentes ambientales.

Tabla 29. Matriz de interacciones. Caracterización de impactos ambientales.

Aspectos ambientales			Actividad			
Sistema	Subsistemas	Componentes ambientales	Asentamiento humano	Ganadería extensiva	Agricultura extensiva	Cambio de uso de suelo
Físicos	Abióticos	Geología	X			
		Suelo	X	X	X	X
		Agua	X	X	X	X
		Paisaje	X	X		X
		Ruido	X			
	Biótico	Vegetación terrestre	X	X	X	X
		Fauna terrestre	X	X	X	X
		Biótica acuática	X		X	X
Social y cultural	Antrópico	Demográfico	X			X
		Económico	X	X	X	
		Cultural y religioso	X			

Elaboración: Autores.



4.2.1. Acciones susceptibles de producir impacto.

Luego de haber identificado actividades más relevantes en el deterioro de los recursos naturales y ambiente de la microcuenca del Guarango, determinamos cada componente, las acciones susceptibles de producir impacto.

Tabla 30. Acciones susceptibles de producir impacto en la microcuenca del Guarango.

Acciones impactantes	Acciones susceptibles a producir un impacto	Descripción
Asentamientos humanos	Construcción de vías de acceso	Diseño y construcción de vías de acceso para viviendas.
	Incremento demográfico	La expansión territorial de las poblaciones asentadas en el área de influencia, acarrear la destrucción y deterioro en los componentes ambientales.
	Desvaloración de los recursos naturales	Las costumbres nuevas y pérdida de interés en la importancia de los recursos naturales promueven su deterioro.
Agricultura extensiva	Monocultivo	Alteración de estructura natural de los suelos, baja la productividad, promueve la erosión y contribuye a la contaminación del suelo y las aguas superficiales.
	Agroquímicos	
	Prácticas agrícolas deficientes	
Ganadería extensiva	Producción y cría de ganado (bovino, equino, ovino y caprino)	Utilizan grandes áreas para la actividad y la distribución de animales, acelera los procesos erosivos como la compactación, causando un fuerte impacto a los suelos de la microcuenca.



Acciones impactantes	Acciones susceptibles a producir un impacto	Descripción
Cambio de uso de suelo	Tala y quema del bosque Guarango	Las partes altas de la cuenca hidrográfica como puntos de recarga y retención de agua se ven afectadas por este factor ya que, se cambia la estructura del suelo y disminuye la cantidad y calidad del agua disponible.
	Deforestación de las zonas de recarga y cursos de agua	

Elaboración: Autores.

4.2.2. Factores ambientales representativos del impacto

Se enfoca en aquellos atributos del ambiente que pueden resultar afectados por las distintas acciones a producir un impacto, en cada una de las actividades ya presentadas. Como se muestra en la tabla a continuación.

Tabla 31. Factores ambientales representativos del impacto para la microcuenca del Guarango.

Componente ambiental	Factores representativos de impacto	Indicador
Agua	Deterioro de la calidad del agua superficiales	Temperatura, pH, sólidos totales, grasas, aceites, dureza, entre otros.
	Sedimentación en las aguas superficiales	
	Disminución de la cantidad de agua superficial	Caudal
Suelo	Perdida de la capa vegetal y estabilidad del suelo	Perdida de suelo por la erosión hídrica (mayores pendientes), disminución de productividad y compactación del suelo.
	Fenómenos erosivos	
	Inestabilidad en los taludes	
	Cambio de usos de suelo para agricultura y ganadería	
Paisaje	Modificación de paisaje	Calidad visual
Biótico	Pérdida de la vegetación nativa del bosque Guarango	Diversidad de flora y fauna (índices de diversidad)



Componente ambiental	Factores representativos de impacto	Indicador
	Desplazamiento de la fauna a la parte alta de la microcuenca	
	Introducción de especies vegetales no nativas en las riberas del río Salado	
Antrópico	Afectaciones en las viviendas en épocas de lluvia	% de uso de suelo Nivel de empleo
	Empleo e ingresos	

Elaboración: Autores.

4.2.3. Identificación de impactos ambientales

Para la identificación de impactos ambientales se utilizó una matriz de interacción actividad – ambiente. Se procedió a ingresar las actividades impactantes en las columnas y los factores ambientales en las filas. Marcar con una (X) significa un efecto ambiental, ya que existe interacción entre la actividad y el factor ambiental que se está analizando (ver Tabla 32).



Tabla 32. Identificación de impactos ambientales en la microcuenca del Guarango.

	Componentes ambientales												
	Agua			Suelo				Paisaje	Biótico			Antrópico	
	Deterioro de la calidad de agua superficiales	Sedimentación en las aguas superficiales	Disminución de la cantidad de agua superficial	Perdida de la capa vegetal y estabilidad del suelo	Fenómenos erosivos	Inestabilidad en los taludes	Cambio de usos de suelo para agricultura y ganadería	Modificación de paisaje	Pérdida de la vegetación nativa del bosque Guarango	Desplazamiento de la fauna a la parte alta de la microcuenca	Introducción de especies vegetales no nativas en el río Salado	Afectaciones en las viviendas en épocas de lluvia	Empleo e ingresos
Construcción de vías de acceso		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Incremento demográfico	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X
Desvaloración de los recursos naturales	X			X			X	X					
Deficiente eliminación de aguas servidas	X												
Monocultivo	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X
Agroquímicos	X			X									
Prácticas agrícolas deficientes	X	X				X		X	X	X	X		
Producción y cría de ganado (bovino, equino, ovino y caprino)	X			X	X		X	X	X	X			X
Tala y quema del bosque Guarango			X	X	X	X	X	X	X	X			
Deforestación de las zonas de recarga y cursos de agua			X	X		X	X	X	X	X	X		

Elaboración: Autores.



4.2.4. Valoración de impactos ambientales

Para la valoración de los impactos de las actividades antrópicas desarrolladas en la microcuenca del Guarango, se realizó una descripción cuantitativa basada en los criterios recogidos en las columnas de la matriz de valoración, ver Tabla 11, perteneciente a los criterios usados. Para determinar la importancia ambiental propuesta por Conesa libro “GUIA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL” ver Tabla 10 correspondiente al rango de clasificación. El valor de la Importancia Ambiental se lo obtiene con la siguiente ecuación:

$$IA = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + MC + SI + AC + EF + PR)$$

La valoración expuesta en la matriz está sujeta al criterio de los autores, después de haber constatado mediante visitas de campo, análisis cartográficos y documentos la situación actual de la microcuenca, en el Anexo 4, se adjunta un registro fotográfico de la microcuenca y sus impactos.

De acuerdo con los impactos que se analizan en la matriz, se obtuvo un total de dos impactos críticos que corresponden a la modificación del paisaje y cambio de uso de suelo, dos severos, ocho moderados y un impacto irrelevante.



Tabla 33. Resultados de Evaluación de Impactos Ambientales.

Atributos para valoración de Impactos Ambientales		Signo	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Importancia Ambiental	Clasificación	
Componente ambiental	Agua	Deterioro de la calidad de agua superficiales	-	4	4	4	2	2	2	4	4	2	-42	MODERADO	
		Sedimentación en las aguas superficiales	-	4	4	2	2	4	4	2	4	1	4	-43	MODERADO
		Disminución de la cantidad de agua superficial	-	4	4	4	2	4	4	4	4	4	2	-56	SEVERO
	Suelo	Perdida de la capa vegetal y estabilidad del suelo	-	4	2	4	1	1	1	2	1	4	1	-31	MODERADO
		Fenómenos erosivos	-	2	1	2	2	2	4	4	4	4	4	-34	MODERADO
		Inestabilidad en los taludes	-	1	1	1	1	4	4	1	4	1	4	-25	MODERADO
		Cambio de usos de suelo para agricultura y ganadería	-	12	8	4	4	4	4	4	4	4	4	-84	CRITICO
	Paisaje	Modificación de paisaje	-	12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-76	CRÍTICO
	Biótico	Pérdida de la vegetación nativa del bosque Guarango	-	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	-58	SEVERO
		Desplazamiento de la fauna a la parte alta de la microcuenca	-	4	4	4	4	2	2	2	1	1	1	-45	MODERADO
		Introducción de especies vegetales no nativas en las riberas del río Salado	-	4	4	4	4	2	2	2	4	4	4	-46	MODERADO
	Antrópico	Afectaciones en las viviendas en temporadas de lluvia	-	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	-14	IRRELEVANTE
Empleo e ingresos		+	4	1	4	4	1	1	1	1	1	4	+31	MODERADO	

Elaboración: Autores.



4.3. Plan de manejo ambiental

Lo propuesto en este Plan de Manejo Ambiental, está dirigido a contribuir a la comunidad, respondiendo a la necesidad de los habitantes de la microcuenca, a través de la prevención, mitigación y conservación de los recursos naturales del área de la quebrada del Guarango, orientado hacia el desarrollo sostenible.

Para la microcuenca, se propone un plan estructurado por tres programas, que buscan mejorar y contribuir al desarrollo sostenible de la microcuenca. A continuación, se enlista los programas con cada proyecto, propuesto por los autores hacia el área en estudio:

1. Programa de protección de los recursos de la microcuenca del Guarango.
 - Proyecto 1: Protección del recurso agua en la microcuenca del Guarango.
 - Proyecto 2: Restauración y conservación de ecosistemas naturales.
 - Proyecto 3: Control de la pérdida de la capa fértil del suelo
2. Programa de Educación Ambiental para dueños de haciendas y terrenos de la microcuenca alta y media.
 - Proyecto 4: Educación ambiental para la población de las comunidades Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba.
3. Programa de promoción e implementación de una agricultura sostenible en fincas bajo un sistema de producción ecológico.
 - Proyecto 5: Establecer una extensión del vivero de Quingeo Centro, para pobladores de Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba.
 - Proyecto 6: Difusión de Buenas Prácticas Agrícolas y Ganaderas para la parte alta y media de la microcuenca del Guarango con la reutilización y mejoramiento de parcelas.

4.3.1. Programa de protección de los recursos de la microcuenca del Guarango

El mejoramiento y desarrollo adecuado de prácticas de conservación y recuperación en las riberas de los ríos permiten una mejora considerable en la calidad del recurso agua.



PROYECTO 1	PROTECCIÓN DEL RECURSO AGUA EN LA MICROCUENCA DEL GUARANGO.
Impactos a tratar	<ul style="list-style-type: none">• Deterioro de la calidad de agua superficiales.• Sedimentación en las aguas superficiales.• Disminución de la cantidad de agua superficial.
Tipo de acción	Conservación y recuperación.
Localización	Microcuenca del Guarango.
Beneficiarios	Pobladores de las comunidades Punta Hacienda, Rumipamba y Quinzhaloma, centro parroquial de Quingeo.
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">- Mejorar la calidad del agua superficial en la microcuenca del Guarango.- Reducir la sedimentación y escases del agua en la microcuenca del Guarango.- Conservar la vegetación de ribera en las quebradas Nonadel – Bayan, Rumipamba – Monjas y Guarango.- Realizar la repoblación con especies arbustivas y arbóreas en los márgenes del río Salado.- Recuperar tramos del río Salado donde la densidad de vegetación no sea la adecuada.
Tiempo	<p>Para la conservación se plantea un plazo de 2 años hasta que los lugareños tomen como parte de ellos los programas de conservación de vegetación de ribera.</p> <p>Mientras que para la recuperación se estipula un plazo de 5 años para poder observar los cambios en las zonas manipuladas.</p>



Descripción	<p>La vegetación de ribera está formada por agrupaciones de alto valor ecológico y bien diferenciadas, con una flora estructuralmente diferente y una enorme diversidad biológica que forman parte del ecosistema fluvial y que difiere de los hábitats adyacentes (Bermúdez, Saco, Abilleira, Ucha, & Borja Fernández, 2014).</p> <p>Las actividades humanas, son las causantes de la transformación que han sufrido las riberas de los ríos en los últimos tiempos, pues los bosques riparios han sido eliminados, fragmentados o profundamente modificados siendo reducidos a una estrecha franja junto al cauce. Entre las actividades que amenazan estos ecosistemas tenemos: sustitución por cultivos agrícolas y forestales, construcción de infraestructura hidráulica y contaminación por especies invasoras (CEDEX, 2019).</p> <p>A continuación, se mencionan las funciones ecológicas e hidrológicas según (Bermúdez et al., 2014), que cumple la vegetación de ribera:</p> <ul style="list-style-type: none">- Hábitat ideal para gran variedad de fauna y flora, supone refugio para una multitud de macroinvertebrados, peces y mamíferos acuáticos.- Fuente de alimento, la materia orgánica proveniente de los árboles de las riberas del cauce brinda la energía necesaria para dar inicio a la cadena trófica en el medio acuático.- Filtro frente a la entrada de sedimentos y sustancias químicas en el cauce, que evita la eutrofización.
--------------------	---



	<ul style="list-style-type: none">- Aseguran la estabilidad en las orillas, esto porque las raíces de los arboles ayudan a evitar la erosión por acción de la corriente y las copas minimizan la fuerza con la que la lluvia impacta en el suelo.- Acumuladores de agua y sedimentos, almacena agua y retiene sedimentos que forman parte de la llanura de inundación.- Regulan el microclima del río y el crecimiento de macrófitas, gracias a la sombra generada por la cobertura vegetal.- Valor paisajístico, recreativo y cultural. <p>De acuerdo con las visitas realizadas a los puntos de muestreo se pudo constatar que el estado de la vegetación de ribera es bueno a lo largo de las quebradas ya antes mencionadas, por lo tanto, se requerirá de acciones de conservación en las que se velará su mantenimiento, evitando la interferencia de factores antrópicos. No obstante, en el punto cuatro que corresponde al sector de río Salado existe la presencia de ganado vacuno, bovino y caprino. Los cuales favorecen a la contaminación, debido a la cercanía de los potreros al curso de agua, además, de observar a lo largo del cauce árboles como eucalipto, ciprés y pino distribuidos de forma lineal. Para este caso en particular se plantea la acción de restauración.</p>
Estrategias	Para la obtención de resultados en cuanto a la conservación y restauración de la vegetación de ribera, se plantean las siguientes directrices tomadas del libro Conservación y restauración del bosque de ribera (Bermúdez et al., 2014).



	<ul style="list-style-type: none">- Formar enlaces estratégicos entre los jefes de las juntas administradoras de agua de las tres comunidades mencionados, ETAPA EP y propietarios privados. La empresa ETAPA EP mantiene programas de entregas de plántulas en el barrio Quingeo Centro, mediante el vivero ubicado en esta zona.- Tomar en consideración la situación legal actual de los sectores a conservar y restaurar pues en el caso de que estos tengan propietarios se pueden ver afectadas estas dos acciones. Por lo cual se debe llegar a un acuerdo entre las partes interesadas.- Realizar la caracterización de los múltiples factores que conforman estos sistemas fluviales, este incluye: análisis ambiental de las características físicas del lugar tales como estudios geológicos, edafológicos, hidrológicos y climáticos apoyados en trabajos universitarios, apoyados por asesoría técnica de la empresa ETAPA EP.- Evaluar el nivel de alteración de la vegetación de ribera determinando de esta forma las posibles causas de deterioro, como pueden ser la contaminación del agua, eutrofización, etc. Para esto se debe georreferenciar los puntos importantes en donde se den cambios notorios y ayudarse con fotografías como medio de pruebas.- Para el caso de zonas en donde se necesite la restauración se procederá a realizar actividades como: plantación de especies típicas del bosque de ribera y recolección de desechos sólidos mediante mingas comunales.
--	---



- Luego de la ejecución y finalización de las actividades propuestas, se debe designar personal comunitario para el seguimiento en las zonas intervenidas.

Costo del proyecto: Protección del recurso agua en la microcuenca del Guarango, proyectado para un año en dólares.

ÍTEM	MINISTERIOS Y EMPRESAS INTERESADAS	GAD	GOBIERNO MUNICIPAL	COMUNIDAD	OTROS	TOTAL
1. Gasto de personal	\$ 7,000.00	-	-	-	-	\$ 7,000.00
2. Gasto operativos	\$ 3,000.00	\$ 2,500.00	\$ 2,000.00	\$ 1,500.00	\$ 1,000.00	\$ 10,000.00
3. Gastos administrativos	\$ 4,000.00	\$ 500.00	\$ 150.00	-	-	\$ 4,650.00
4. Gastos de inversión						
Conformación de enlaces estratégicos con los representantes de las comunidades	\$ 500.00	\$ 500.00	-	-	-	\$ 1,000.00
Talleres de capacitación en manejo de microcuencas hidrográficas	\$ 1,500.00	\$ 500.00	\$ 500.00	-	\$ 500.00	\$ 3,000.00
Monitoreo de la calidad del agua	\$ 1,200.00	-	\$ 500.00	-	-	\$ 1,700.00
Talleres de capacitación en análisis de la calidad del agua	\$ 1,500.00	-	-	-	-	\$ 1,500.00
Subtotal proyectado a un año	\$ 18,700.00	\$ 4,000.00	\$ 3,150.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 28,850.00
Total del proyecto en su tiempo estimado (5 años)	\$ 93,500.00	\$ 20,000.00	\$ 15,750.00	\$ 7,500.00	\$ 7,500.00	\$ 144,250.00
Total del proyecto con imprevistos del 20%					\$	173,100.00



Costos detallados del proyecto: Protección del recurso agua en la microcuenca del Guarango, para el tiempo de ejecución proyectado.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	TIEMPO (MESES)	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Costo de equipos, herramientas y otros	Sillas	\$	30	-	12	360
	Mesas	\$	6	-	50	300
	Alquiler local	\$/mes	1	60	120	7200
	Laptop Sony VAIO Notebook Extreme Edition/CoreI7/1Tb	\$	1	-	900	900
	Proyector Viewsonic Pa503s 3600 Lúmenes	\$	1	-	220	220
	GPS	\$	1	-	300	300
	Software (programas)	\$	3	-	250	750
	Cámara fotográfica SONY Dsc-h300	\$	1	-	350	350
	Cajas por 50 bolígrafos	\$	2	-	10	20
	Paquete de carpeta cartón con vincha x 100	\$	2	-	16	32
	Engrapadora	\$	1	-	2	2
	Caja de grapas	\$	5	-	2	10
	Resma de papel bond A4	\$	3	-	5	15
	Tablero con bincha de sujeción de hojas	\$	3	-	1.9	5.7
	Pizarra blanca 120 cm x 35 cm	\$	1	-	12	12
Marcadores	\$	4	-	1	4	
Plantas forestales	Planta 1	\$	4000	-	0.4	1600
	Planta 2	\$	4000	-	0.4	1600
	Planta 3	\$	3000	-	0.4	1200
Equipo de agricultura	Picos	\$	6	-	20	120
	Palas	\$	6	-	15	90
	Rastrillos	\$	2	-	12	24
	Guantes	\$	12	-	1.5	18
	Botas de caucho	\$	8	-	9	72
Publicidad	Banner de 1.20x2.0 m.	\$	5	-	50	250
	Folletos	\$	400	-	0.25	100
	Cuñas radiales	\$/mes	1	18	30	540
Costo del personal	Administración	\$/mes	1	60	400	24000
	Asesoría técnica	\$	5	-	750	3750
	Técnico	\$/mes	1	60	850	51000
Transporte	Conductor y camioneta	\$/mes	1	60	750	45000
Alimentación	Refrigerios	\$	1000	-	2.5	2500
Costo total del proyecto en los 5 años						\$ 142,344.70



PROYECTO 2	RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS NATURALES
Impactos a tratar	<ul style="list-style-type: none">• Pérdida de la vegetación nativa del bosque Guarango.• Desplazamiento de la fauna a la parte alta de la microcuenca.• Modificación de paisaje.• Pérdida de la capa vegetal y estabilidad de suelo.• Fenómenos erosivos.
Tipo de acción	Conservación y recuperación.
Localización	Microcuenca del Guarango.
Beneficiarios	Pobladores de las comunidades Punta Hacienda, Quingeo Centro y Rumipamba.
Objetivos	Mejorar el estado de conservación del recurso forestal, edafológico e hidrológico, mediante la ejecución de proyectos de restauración (reforestación, sistemas agroforestales, etc.), estimulando a los pobladores directos a través del mejoramiento de sus niveles de vida.
Tiempo	Este proyecto se solicita un plazo de mínimo 5 años para poder observar los cambios en el bosque y fincas.
Descripción	<p>El proyecto consiste en realizar procesos de restauración y protección de los recursos forestales, edafológicos e hidrológicos, a nivel de fincas y ecosistemas. Para esto es necesario realizar un diagnóstico rápido participativo para conocer el estado actual de los recursos naturales, el tipo y nivel organizativo, así como la disposición de los actores directos e iniciativas en marcha.</p> <p>De acuerdo a la información preliminar arrojada en este trabajo universitario, se estima la necesidad de reforestar la parte baja y media de la microcuenca, a orillas de las quebradas y riachuelos.</p>



	<p>Así mismo se aprecia la necesidad de trabajar fincas localizadas en la parte media de las cuencas, en estas fincas se promoverá la implementación de sistemas agroforestales y manejo de bosques secundarios, contemplando componentes de capacitación, asistencia técnica, entrega de insumos y educación ambiental.</p> <p>Por otro lado, también es importante mencionar que ya existen iniciativas de esta naturaleza y que están en marcha. El vivero de la parroquia Quingeo junto a ETAPA EP, están apoyando con proyectos similares dentro de la misma parroquia.</p>
Estrategias	<ul style="list-style-type: none">- Diagnosticar el estado de los recursos naturales en las partes alta, media y baja de la microcuenca del Guarango, así como las condiciones socio – económicas y organizativas que tengan los actores principales de dichas localidades.- Promover e incentivar a la participación activa de los pobladores con un plan de restauración de los ecosistemas en las partes alta, media y baja de la microcuenca del Guarango. Formando estrategias entre los jefes de las juntas comunales de agua de los tres poblados mencionados, ETAPA EP y propietarios privados- Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y evaluación de fincas a fin de medir los impactos de estas estructuras a la estabilidad y salud de la microcuenca.



Costo del proyecto: Restauración y conservación de ecosistemas naturales, proyectado para un año en dólares.

ÍTEM	MINISTERIOS Y EMPRESAS INTERESADAS	GAD	GOBIERNO MUNICIPAL	COMUNIDAD	OTROS	TOTAL
1. Gastos de personal	\$ 7,000	-	-	-	-	\$ 7,000
2. Gastos operativos	\$ 3,000	\$ 1,500	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ 500	\$ 7,000
3. Gastos administrativos	\$ 4,000	-	-	-	-	\$ 4,000
4. Gastos de inversión						
Diagnóstico, evaluación y socialización de la propuesta	\$ 1,000	\$ 500	-	-	-	\$ 1,500
Capacitación y educación a los beneficiarios	\$500	-	-	-	\$500	\$1000
Adquisición y entrega de plántulas forestales	\$ 1,000	-	-	\$ 1,000	-	\$ 2,000
Difusión de la actividad por medios de comunicación de las comunidades	-	\$ 500	-	-	\$ 500	\$ 1,000
Seguimiento y evaluación de áreas intervenidas	-	\$ 500	-	-	\$ 500	\$ 1,000
Subtotal proyectado a un año	\$ 17,000	\$ 3,000	\$ 2,000	\$ 2,500	\$ 1,500	\$ 25,500
Total del proyecto en su tiempo estimado (5 años)	\$ 85,000.00	\$ 15,000.00	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 7,500.00	\$ 127,500.00
Total del proyecto con imprevistos del 20%				\$ 153,000.00		



Costos detallados del proyecto: Restauración y conservación de ecosistemas naturales, para el tiempo de ejecución proyectado.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	TIEMPO (MESES)	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Costo de equipos, herramientas y otros	Sillas	\$	30	-	12	360
	Mesas	\$	6	-	50	300
	Alquiler local	\$/mes	1	60	120	7200
	Laptop Sony VAIO Notebook Extreme Edition/CoreI7/1Tb	\$	1	-	900	900
	Proyector Viewsonic Pa503s 3600 Lúmenes	\$	1	-	220	220
	GPS	\$	1	-	300	300
	Software (programas)	\$	3	-	250	750
	Cámara fotográfica SONY Dsc-h300	\$	1	-	350	350
	Cajas por 50 bolígrafos	\$	2	-	10	20
	Paquete de carpeta cartón con vincha x 100	\$	2	-	16	32
	Engrapadora	\$	1	-	2	2
	Caja de grapas	\$	5	-	2	10
	Resma de papel bond A4	\$	3	-	5	15
	Tablero con bincha de sujeción de hojas	\$	3	-	1.9	5.7
	Pizarra blanca 120 cm x 35 cm	\$	1	-	12	12
Marcadores	\$	4	-	1	4	
Equipo de agricultura	Picos	\$	6	-	20	120
	Palas	\$	6	-	15	90
	Rastrillos	\$	2	-	12	24
	Guantes	\$	12	-	1.5	18
	Botas de caucho	\$	8	-	9	72
Publicidad	Banner de 1.20x2.0 m.	\$	5	-	50	250
	Folletos	\$	400	-	0.25	100
	Cuñas radiales	\$/mes	1	18	30	540
Costo del personal	Administración	\$/mes	1	60	400	23400
	Técnico	\$/mes	1	60	850	48000
Transporte	Conductor y camioneta	\$/mes	1	60	750	42000
Alimentación	Refrigerios	\$	1000	-	2.5	2500
Costo total del proyecto en los 5 años					\$	127,693.00



PROYECTO 3	CONTROL DE LA PÉRDIDA DE LA CAPA FÉRTIL DEL SUELO
Impactos a tratar	<ul style="list-style-type: none">• Pérdida de la capa vegetal y estabilidad del suelo.• Inestabilidad en los taludes.• Cambio de usos de suelo para agricultura y ganadería.• Modificación de paisaje.• Afecciones a las viviendas en épocas de lluvia.
Tipo de acción	Mitigación.
Localización	Centro de la comunidad Punta Hacienda. Centro de la comunidad Rumipamba.
Beneficiarios	Pobladores de las comunidades Punta Hacienda y Rumipamba.
Objetivos	Concienciar y capacitar a personas dueñas y encargados de funcionamiento de fincas, en la adopción de las medidas ambientales, específicamente de aquellas relacionadas con la adecuada disposición de residuos sólidos, la responsabilidad que se tiene con las modificación del paisaje y los riesgos latentes en épocas de lluvia (causa y efecto).
Tiempo	Este proyecto se solicita un plazo de mínimo 4 años para poder observar los cambios en las fincas y la conciencia de los pobladores.
Descripción	Se puede mencionar la actividad agrícola en pendientes muy fuertes, siendo el principal cultivo el maíz, papas y otros cultivos como poroto y habas, que no respetan drenajes naturales del terreno, de manera que se afecta el ciclo del agua superficial y se notan cambios en las condiciones del suelo.



	<p>Los síntomas de erosión hídrica son visibles debido a que no se utiliza sistemas conservacionistas de labranza y cultivos. Adicional, a esto, en las orillas de los caminos, cuerpos de agua, canales, solares de las casas y en algunas parcelas es común encontrar envolturas de plástico, papel, vidrio y metal, animales muertos e incluso materiales no degradables como llantas. Estos residuos no reciben ningún manejo en su disposición final, por lo que muchos espacios se han acumulado de basura, afectando el hábitat de algunos seres vivos y la salud de los pobladores.</p>
Estrategias	<p>Diagnosticar el estado de los recursos naturales en las partes alta, media y baja de la microcuenca del Guarango. Desarrollar las siguientes acciones propuestas en Agricultura Conservacionista (1996), para mejorar el estado actual del suelo de la microcuenca.</p> <ul style="list-style-type: none">- Aumentar la vegetación perimetral del terreno para reducir el impacto de la lluvia, mejorando las condiciones de la superficie del suelo para captar y almacenar agua.- Canalizar la escorrentía, como una forma de garantizar el destino seguro para el sobrante de agua en precipitaciones intensas y duraderas.- Mantener la materia orgánica, generando abonos orgánicos con los desperdicios domésticos, para asegurar la productividad a lo largo del tiempo. <p>ETAPA EP plantea proyectos de reforestación en la parroquia Quingeo, para lo cual se pretende partir de un programa de formación y capacitación de la población con temas relacionados con el cuidado y protección de suelo y otros recursos cerca de áreas de captación de agua para su potabilización y áreas de recarga hídrica.</p>



Costo del proyecto: Control de la pérdida de la capa fértil del suelo, proyectado para un año en dólares.

ÍTEM	MINISTERIOS Y EMPRESAS INTERESADAS	GAD	GOBIERNO MUNICIPAL	COMUNIDAD	OTROS	TOTAL
1. Gastos de personal	\$ 6,000	-	-	-	-	\$ 6,000
2. Gastos operativos	\$ 4,000	\$ 1,500	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ 500	\$ 8,000
3. Gastos administrativos	\$ 4,000	-	-	-	-	\$ 4,000
4. Gastos de inversión						
Diagnóstico y evaluación de la vegetación y suelo de la microcuenca mediante sensores remotos	\$ 3,000	\$ 500	-	\$ 500	-	\$ 4,000
Canalización de escorrentía	\$ 1,500	-	-	-	\$ 500	\$ 2,000
Adquisición y entrega de plántulas forestales para siembra en los sembríos	\$ 2,000	\$ 500	-	\$ 500	-	\$ 3,000
Talleres de generación de abonos orgánicos y buenas prácticas agrícolas	-	\$ 500	-	-	\$ 500	\$ 1,000
Seguimiento y evaluación de proyectos de reforestación en la microcuenca	\$ 500	\$ 500	-	-	-	\$ 1,000
Subtotal proyectado a un año	\$ 21,000	\$ 3,500	\$ 1,000	\$ 2,000	\$ 1,500	\$ 29,000
Total del proyecto en su tiempo estimado (4 años)	\$ 105,000.00	\$ 17,500.00	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00	\$ 7,500.00	\$ 145,000.00
Total del proyecto con imprevistos del 20%				\$ 188,500.00		



Costos detallados del proyecto: Control de la pérdida de la capa fértil del suelo, para el tiempo de ejecución proyectado.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	TIEMPO (MESES)	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Costo de equipos, herramientas y otros	Sillas	\$	30	-	12	360
	Mesas	\$	6	-	50	300
	Alquiler local	\$/mes	1	60	120	7200
	Laptop Sony VAIO Notebook Extreme Edition/CoreI7/1Tb	\$	1	-	900	900
	Proyector Viewsonic Pa503s 3600 Lúmenes	\$	1	-	220	220
	GPS	\$	1	-	300	300
	Software (programas)	\$	3	-	250	750
	Cámara fotográfica SONY Dsc-h300	\$	1	-	350	350
	Cajas por 50 bolígrafos	\$	2	-	10	20
	Paquete de carpeta cartón con vincha x 100	\$	2	-	16	32
	Engrapadora	\$	1	-	2	2
	Caja de grapas	\$	5	-	2	10
	Resma de papel bond A4	\$	3	-	5	15
	Tablero con bincha de sujeción de hojas	\$	3	-	1.9	5.7
	Pizarra blanca 120 cm x 35 cm	\$	1	-	12	12
Marcadores	\$	4	-	1	4	
Plantas forestales	Planta 1	\$	4000	-	0.4	1600
	Planta 2	\$	4000	-	0.4	1600
	Planta 3	\$	3000	-	0.4	1200
Equipo de agricultura	Picos	\$	6	-	20	120
	Palas	\$	6	-	15	90
	Rastrillos	\$	2	-	12	24
	Guantes	\$	12	-	1.5	18
	Botas de caucho	\$	8	-	9	72
Publicidad	Banner de 1.20x2.0	\$	5	-	50	250
	Folletos	\$	400	-	0.25	100
	Cuñas radiales	\$/mes	1	18	30	540
Costo del personal	Administración	\$/mes	1	60	400	24000
	Asesoría técnica	\$	10	-	750	7500
	Técnico	\$/mes	1	60	850	51000



Transporte	Conductor y camioneta Ford F-150 2007	\$/mes	1	60	750	45000
Alimentación	Refrigerios	\$	1000	-	2.5	2500
Costo total del proyecto en los 4 años					\$ 146,094.70	

**4.3.2. Programa de Educación Ambiental para dueños de haciendas y terrenos de la microcuenca alta y media**

PROYECTO 4	EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LA POBLACIÓN DE LAS COMUNIDADES PUNTA HACIENDA, QUINZHALOMA Y RUMIPAMBA.
Impactos a tratar	<ul style="list-style-type: none">• Deterioro de la calidad de agua superficiales• Cambio de usos de suelo para agricultura y ganadería.• Modificación de paisaje.
Tipo de acción	Mitigación y Prevención.
Localización	Microcuenca del Guarango.
Beneficiarios	Pobladores de las comunidades Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba.
Objetivos	Controlar la pérdida de la capa fértil del suelo por la alteración del paisaje, aumentando su regeneración y permitiendo el crecimiento de especies vegetales.
Tiempo	Este proyecto se solicita un plazo mínimo de 3 años para dar seguimiento a las actividades planteadas en los talleres de educación ambiental.
Descripción	La población que se encuentra dentro de la microcuenca del Guarango es consciente de que existe un riesgo y un deterioro en los recursos naturales del área, sin embargo, se necesita brindar capacitaciones de las medidas que se deben tomar para evitar que su salud y el bienestar de todos y el medio ambiente se vea afectado. Temas generales en los que se puede abordar son: <ul style="list-style-type: none">- Control y disposición final de residuos sólidos.- Contaminación de fuentes de agua.- Modificación del paisaje y sus efectos sobre los componentes ambientales.
Estrategias	<ul style="list-style-type: none">- Talleres de socialización para la Educación Ambiental.



	<p>La educación ambiental es un proceso educativo y participativo de carácter crítico que se deberá desarrollar masivamente a través de actividades, en el que participen los habitantes de las comunidades que conforman la microcuenca y entidades presentes en la zona como el GAD parroquial de Quingeo, empresas como ETAPA EP, entre otras partes interesadas.</p> <p>- Difusión de información por medio de comunicación.</p> <p>Es precisamente la difusión mediante charlas, entrevistas e interacción con las comunidades una de las formas de concienciar a la población, sobre la importancia y beneficios que prestan los recursos naturales.</p> <p>Este proyecto está orientado a desarrollar educación informal. Para fomentar la educación ambiental se pueden utilizar los medios de comunicación social existentes a nivel local (reuniones de organizaciones comunitarias, medios de transporte, entre otros). Se pueden elaborar afiches y carteles que apoyen a la conservación, protección, mejoramiento y aprovechamiento racional de los recursos naturales de la microcuenca.</p>



Costo del proyecto: Educación ambiental para la población de las comunidades Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba, proyectado para un año en dólares.

ÍTEM	MINISTERIOS Y EMPRESAS INTERESADAS	GAD	GOBIERNO MUNICIPAL	COMUNIDAD	OTROS	TOTAL
5. Gastos de personal	-	-	\$ 4,500.00	-	-	\$ 4,500.00
6. Gastos operativos	-	\$ 1,500.00	\$ 2,000.00	\$ 600.00	-	\$ 4,100.00
7. Gastos administrativos	\$ 3,000.00	\$ 2,200.00	\$ 3,000.00	-	\$ 3,000.00	\$ 11,200.00
8. Gastos de inversión						
Diagnóstico de la situación actual en las comunidades aplicando el análisis FODA	\$ 1,100.00	\$ 600.00	-	-	-	\$ 1,700.00
Talleres de capacitación sobre control y disposición final de residuos sólidos	-	-	\$ 1,300.00	-	\$ 600.00	\$ 1,900.00
Talleres de capacitación sobre la importancia de las fuentes de agua y como evitar su contaminación	-	-	\$ 600.00	-	-	\$ 600.00
Talleres de capacitación sobre modificación del paisaje y sus efectos sobre los componentes ambientales	-	-	-	-	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
Subtotal proyectado a un año	\$ 4,100.00	\$ 4,300.00	\$ 11,400.00	\$ 600.00	\$ 5,100.00	\$ 25,500.00
Total del proyecto en su tiempo estimado (3 años)	\$ 12,300.00	\$ 12,900.00	\$ 34,200.00	\$ 1,800.00	\$ 15,300.00	\$ 76,500.00
Total del proyecto con imprevistos del 20%				\$ 91,800.00		



Costos detallados del proyecto: Educación ambiental para la población de las comunidades Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba. El presupuesto destinado para la educación ambiental está calculado en base a los tres años del proyecto.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	TIEMPO (MESES)	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Costo de equipos, herramientas y otros	Alquiler sillas	\$/mes	100	12	1	1200
	Alquiler mesas	\$/mes	3	12	3	108
	Alquiler local	\$/mes	1	12	120	1440
	Laptop Sony VAIO Notebook Extreme Edition/CoreI7/1Tb	\$	1	-	900	900
	Proyector Viewsonic Pa503s 3600 Lúmenes	\$	1	-	220	220
	Cámara fotográfica SONY Dsc-h300	\$	1	-	350	350
	Pizarra blanca 120 cm x 35 cm	\$	1	-	12	12
	Marcadores	\$	4	-	1	4
	Resma de papel bond A4 500 hojas	\$	2	-	5	10
	Caja por 50 bolígrafos	\$	1	-	10	10
Publicidad	Banner de 1.20x2.0	\$	10	-	50	500
	Folletos	\$	600	-	0.35	210
	Cuñas radiales	\$	12	-	30	360
	Stickers	\$	800	-	0.5	400
	Logos de campañas	\$	6	-	30	180
Costo personal del	Técnico	\$/mes	1	36	1500	54000
	Sociólogo	\$	2	-	1100	2200
	Administración	\$/mes	1	36	390	14040
Costo total del proyecto en los 3 años					\$ 76,144.00	

**4.3.3. Programa de promoción e implementación de una agricultura sostenible en haciendas bajo un sistema de producción ecológico.**

PROYECTO 5	ESTABLECER UNA EXTENSIÓN DEL VIVERO DE QUINGEO CENTRO, PARA POBLADORES DE PUNTA HACIENDA, QUINZHALOMA Y RUMIPAMBA.
Impactos a tratar	<ul style="list-style-type: none">• Empleo e ingresos.• Cambio de usos de suelo para agricultura y ganadería.• Pérdida de la capa vegetal y estabilidad del suelo.
Tipo de acción	Prevención
Localización	Microcuenca del Guarango
Beneficiarios	Pobladores de las comunidades Punta hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba.
Objetivos	Promover e implementar la agricultura sostenible mediante el aprovechamiento de los recursos naturales, derivados de la actividad productiva para la protección de la microcuenca.
Tiempo	Se pretende en el plazo de 1 año tener establecido el vivero con las 10 mil plantas y 2 años más para distribución y siembra de las especies.
Descripción	<p>Una de las bases principales de la economía de los pobladores de la microcuenca del Guarango es la agricultura, el cultivo y comercialización de hortalizas y tubérculos, la falta de recursos económicos, asistencia técnica y deficiente apoyo por parte de autoridades locales y nacionales impide mejorar sus producciones, a esto se suma la escasez de fuentes de agua y riego en la zona.</p> <p>Es así que con el presente proyecto se pretende promocionar e implementar la agricultura sostenible para mejorar y elevar la producción desarrollando prácticas amigables con el ambiente que permita la conservación y manejo adecuado del suelo y agua.</p>
Estrategias	El proyecto consiste en establecer una extensión del vivero de Quingeo centro, de 10 mil plantas, con el fin de mejorar haciendas pertenecientes a productores de la microcuenca, esto se presta a construir



	<p>una oportunidad de empleo para los pobladores aledaños a la zona (Oliva, Pérez, Tucto, & Vacalla, 2014).</p> <ul style="list-style-type: none">- Socialización del proyecto. <p>Con productores beneficiarios se pretende realizar un taller dirigido a los productores de hortalizas y tubérculos de la microcuenca, donde se les socializará el proyecto y que asuman compromisos (Oliva et al., 2014).</p> <ul style="list-style-type: none">- Adquisición de insumos. <p>Se comprará los insumos necesarios para establecer el proyecto ya sea semillas, bolsas, abono, tierra, manguera, palas, picos, barretas, machetes, etc (Oliva et al., 2014).</p> <ul style="list-style-type: none">- Elaboración de terrazas continuas. <p>Para la colocación de bolsas con semilla hay que considerar que se harán líneas pegadas en pares con espacios de cincuenta centímetros entre cada línea de vivero (Oliva et al., 2014).</p> <ul style="list-style-type: none">- Establecer un cronograma de riego y fertilización del vivero. <p>Se realizará turnos de trabajo diarios para que cada beneficiario aporte al cumplimiento de esta actividad.</p> <ul style="list-style-type: none">- Entrega de plántulas. <p>A partir del quinto mes se entregará las plántulas a los beneficiarios.</p> <p>Empresa ETAPA EP mantiene programas de entregas de plantas (árboles y hortalizas) en el barrio Quingeo Centro, mediante el vivero ubicado en esta zona.</p>
--	---



Costo del proyecto: Establecer una extensión del vivero de Quingeo Centro, para pobladores de Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba, proyectado para un año en dólares.

ÍTEM	MINISTERIOS Y EMPRESAS INTERESADAS	GAD	GOBIERNO MUNICIPAL	COMUNIDAD	OTROS	TOTAL
1. Gastos de personal	-	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	-	-	\$ 4,000.00
2. Gastos operativos	-	-	\$ 500.00	-	-	\$ 500.00
3. Gastos administrativos	\$ 3,000.00	\$ 2,000.00	\$ 3,000.00	\$ 800.00	\$ 3,000.00	\$ 11,800.00
4. Gastos de inversión						
Socialización de la extensión del vivero con los pobladores de las comunidades	\$ 1,100.00	-	-	-	-	\$ 1,100.00
Adquisición de plantas arbóreas y hortalizas	\$ 3,500.00	\$ 2,000.00	\$ 3,500.00	-	\$ 2,000.00	\$ 11,000.00
Adquisición de fertilizantes y abonos	\$ 1,200.00	\$ 600.00	\$ 600.00	-	-	\$ 2,400.00
Taller de capacitación sobre técnicas de siembra de especies arbóreas y hortalizas	-	-	\$ 800.00	-	-	\$ 800.00
Adquisición de insumos de agricultura y terreno	\$ 5,000.00	\$ 850.00	\$ 3,500.00	-	\$ 3,000.00	\$ 12,350.00
Subtotal proyectado a un año	\$ 13,800.00	\$ 7,450.00	\$ 13,900.00	\$ 800.00	\$ 8,000.00	\$ 43,950.00
Total del proyecto en su tiempo estimado (3 años)	\$ 41,400.00	\$ 22,350.00	\$ 41,700.00	\$ 2,400.00	\$ 24,000.00	\$ 131,850.00
Total del proyecto con imprevistos del 20%				\$ 158,220.00		



Costos detallados del proyecto: Educación ambiental para la población de las comunidades Punta Hacienda y Rumipamba, para el tiempo de ejecución proyectado.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	TIEMPO (MESES)	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Terreno	Terreno para vivero 30 m2	\$	1	-	25000	25000
Costo de equipos, herramientas y otros	Cámara fotográfica SONY Dsc-h300	\$	1	-	350	350
	Pizarra blanca 120 cm x 35 cm	\$	1	-	12	12
	Marcadores	\$	4	-	1	4
	Caja por 50 bolígrafos	\$	1	-	10	10
	Cuaderno universitario	\$	2	-	2.5	5
	Mesa	\$	1	-	50	50
	Sillas	\$	3	-	6	18
Plantas forestales y hortalizas	Pino	\$	2500	-	1	2500
	Aliso	\$	2600	-	1	2600
	Acacia	\$	2600	-	1	2600
	Capulí	\$	2600	-	1	2600
	Chachaco	\$	2600	-	1	2600
	Nogal	\$	2500	-	1	2500
	Cedro	\$	2500	-	1	2500
	Lechuga	\$	350	-	0.4	140
	Zanahoria	\$	350	-	0.5	175
	Col	\$	350	-	0.4	140
	Coliflor	\$	350	-	0.4	140
	Tomate de árbol	\$	350	-	0.75	262.5
	Brócoli	\$	350	-	0.4	140
Equipo de agricultura	Pala	\$	3	-	8	24
	Carretilla	\$	2	-	35	70
	Rastrillo	\$	3	-	15	45
	Azadón	\$	3	-	4	12
	Tijeras podadoras	\$	2	-	11	22
	Fundas plásticas negras	\$	21000	-	0.02	420
	Fumigadora 2L	\$	3	-	3.5	10.5
	Malla negra 20 m	\$	1	-	25	25
	Manguera 10 m	\$	1	-	8	8
	Aspersores	\$	5	-	5	25
	Balde 5L	\$	5	-	3	15
Semillero bandeja 100 alveolos	\$	10	-	2.5	25	



	Abono humus 25 kg	\$	400	-	6	2400
	Fertilizante	\$	100	-	4	400
Publicidad	Volantes	\$	500	-	0.05	25
	Logotipo	\$	1	-	30	30
Costo del personal	Técnico	\$/mes	1	36	1500	54000
	Sociólogo	\$	1	-	1100	1100
	Administración	\$/mes	2	36	390	28080
Costo total del proyecto en los 3 años						\$ 131,083.00



PROYECTO 6	DIFUSIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS Y GANADERAS PARA LA PARTE ALTA Y MEDIA DE LA MICROCUENCA DEL GUARANGO CON LA REUTILIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PARCELAS.
Impactos a tratar	<ul style="list-style-type: none">• Cambio de usos de suelo para agricultura y ganadería.• Pérdida de la capa vegetal y estabilidad del suelo.• Modificación del paisaje.
Tipo de acción	Mitigación y prevención.
Localización	Microcuenca del Guarango.
Beneficiarios	Pobladores de las comunidades Punta hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba.
Objetivos	Implementar las Buenas Prácticas Agrícolas, mediante el aprovechamiento de los recursos naturales en la parte alta y media, con la reutilización de parcelas y su mejoramiento.
Tiempo	Se pretende observar los resultados de este proyecto en un tiempo de 4 años.
Descripción	<p>Para la población de la microcuenca de las comunidades de Punta Hacienda, Quinzhaloma y Rumipamba, las actividades pecuarias en la parte alta de la microcuenca han generado una pérdida de bosque nativo. Debido principalmente al abandono de parcelas por la disminución en la productividad del suelo y el limitado alimento para el ganado vacuno, esto genera una expansión de la frontera agrícola y ganadera, generando una problemática mayor en la población y su economía.</p> <p>La falta de aplicación de buenas prácticas en la agricultura y ganadería por parte de los dueños de haciendas y terrenos, genera un aumento de parcelas, que afecta a la salud de la microcuenca para reemplazar aquellas que se encuentran en deterioro (Julca, Meneses, Blas, & Bello, 2006). Siendo la erosión del suelo el principal efecto visible, seguido</p>



	<p>de un aumento en; pérdida de vegetación, sedimentación, deterioro en la calidad del agua, entre otros.</p>
Estrategias	<p>Al nivel de los sectores de la microcuenca del Guarango, se pretende incentivar con talleres de prácticas agrícolas sostenibles; así también, ganadería sostenible, dirigida a dueños y población en general de las comunidades que están dentro de la microcuenca. Teniendo esto presente se debe tener en cuenta después lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none">- Programa de capacitación <p>Elaboración de Talleres con entidades interesadas, como son: ETAPA EP., MAGAP, entre otras; para difundir información y aprendizaje a la población de la parroquia. La formación transmitirá conocimientos y experiencias mediante teoría y ejercicios prácticos. La agricultura y ganadería sostenible debe garantizar la seguridad alimentaria, promoviendo que los ecosistemas frágiles de la parroquia Quingeo sean saludables y se fortalezcan en el tiempo.</p> <ul style="list-style-type: none">- Seguimiento <p>En las parcelas críticas, en el tema ganadero, se aplicarán la actividad de bancos de forraje en los que se producirá alimento para el ganado en gran cantidad y calidad para el tiempo en que el pasto es escaso, sembrando gramíneas como pasto de corte y especies arbustivas que aporten un valor nutricional alto a las especies que se van a alimentar (Fajardo, Naranjo, & Niño, 2012). Así también, incentivar a realizar prácticas ganaderas muy sencillas como, por ejemplo: la dispersión de heces de ganado después de un periodo de tiempo (diario, semanal, etc.).</p> <p>En las parcelas críticas, en la parte agrícola, precautelar el uso adecuado del recurso hídrico en la zona para obtener una mayor eficiencia en los cultivos, además de promover estas prácticas sencillas de cultivo como son: la formación de terrazas para evitar la erosión,</p>



mantener un continuo abastecimiento de materia orgánica en el terreno (humus, compost), entro otras opciones (FAO, 2014b).

Costo del proyecto: Difusión de Buenas Prácticas Agrícolas y Ganaderas para la parte alta y media de la microcuenca del Guarango con la reutilización y mejoramiento de parcelas, proyectado para un año en dólares.

ÍTEM	MINISTERIOS Y EMPRESAS INTERESADAS	GAD	GOBIERNO MUNICIPAL	COMUNIDAD	OTROS	TOTAL
5. Gastos de personal	-	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00	-	-	\$ 4,000.00
6. Gastos operativos	-	-	\$ 500.00	-	-	\$ 500.00
7. Gastos administrativos	\$ 3,000.00	\$ 2,000.00	\$ 3,000.00	\$ 800.00	\$ 3,000.00	\$ 11,800.00
8. Gastos de inversión						
Talleres de capacitación sobre técnicas agrícolas amigables con el medio ambiente	\$ 800.00	-	-	-	-	\$ 800.00
Talleres de capacitación sobre bancos de forraje	\$ 400.00	-	\$ 400.00	-	-	\$ 800.00
Adquisición de especies de pasto de corte, gramíneas y leguminosas con alto valor nutricional	\$ 1,500.00	-	\$ 1,500.00	-	\$ 1,000.00	\$ 4,000.00
Subtotal proyectado a un año	\$ 6,900.00	\$ 2,000.00	\$ 8,900.00	\$ 600.00	\$ 4,000.00	\$ 22,400.00
Total del proyecto en su tiempo estimado (4 años)	\$ 27,600.00	\$ 8,000.00	\$ 35,600.00	\$ 2,400.00	\$ 16,000.00	\$ 89,600.00
Total del proyecto con imprevistos del 20%				\$ 107,520.00		



Costos detallados del proyecto: Difusión de Buenas Prácticas Agrícolas y Ganaderas para la parte alta y media de la microcuenca del Guarango con la reutilización y mejoramiento de parcelas, para el tiempo de ejecución proyectado.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	TIEMPO (MESES)	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Costo de equipos, herramientas y otros	Alquiler sillas	\$/mes	100	8	1	800
	Alquiler mesas	\$/mes	3	8	3	72
	Alquiler local	\$/mes	1	8	120	960
	Laptop Sony VAIO Notebook Extreme Edition/CoreI7/1Tb	\$	1	-	900	900
	Proyector Viewsonic Pa503s 3600 lúmenes	\$	1	-	220	220
	Cámara fotográfica SONY Dsc-h300	\$	1	-	350	350
	Pizarra blanca 120 cm x 35 cm	\$	1	-	12	12
	Marcadores	\$	4	-	1	4
	Resma de papel bond A4 500 hojas	\$	2	-	5	10
	Caja por 50 bolígrafos	\$	1	-	10	10
Paquete de carpeta cartón con vincha x 100	\$	1	-	16	16	
Pasto de corte, gramíneas y leguminosas	Pasto gordura	\$	2000	-	1.5	3000
	Pasto cuba	\$	2000	-	1	2000
	Clítoria	\$	2000	-	2	4000
Publicidad	Banner de 1.20x2.0	\$	6	-	50	300
	Folletos	\$	400	-	0.35	140
	Stickers	\$	400	-	0.5	200
Costo del personal	Técnico	\$/mes	1	48	1200	57600
	Administración	\$/mes	1	48	390	18720
Costo total del proyecto en los 4 años						\$ 89,314.00



5. CONCLUSIONES

La implementación del ICA – NSF, para la evaluación del recurso hídrico en la microcuenca del Guarango, determinó que se encuentra medianamente contaminada en términos generales. Siendo el río Salado, el que posee valores más bajos en las cuatro campañas ejecutadas, que van desde 59 a 65, ingresando en el rango de calidad Media. Para el punto situado en la quebrada Nonadel – Bayan, se obtuvo una clasificación Buena, sus resultados están entre 70 a 84, exceptuando que en la campaña 3 su índice disminuyó entrando en la categoría de calidad Media. Por otra parte, los puntos ubicados en la quebrada Rumipamba – Monjas y quebrada Guarango consiguieron valores de 63 a 72 y de 63 a 68, respectivamente, oscilando entre calidad Buena y Media.

En tanto, con el establecimiento de la línea base se pudo localizar la presencia de tres comunidades en la microcuenca, las cuales en conjunto presentan una población aproximada de 700 habitantes distribuidos en las 1495 ha, que posee la zona. El clima es templado y su temperatura varía de entre 9 a 15 °C, además, de contar con una morfología irregular con pendientes fuertes en la parte alta y pendientes de moderadas a planas en la parte baja. El acceso a servicios como saneamiento y disponibilidad de agua tratada es limitado para la mayoría de viviendas.

Según los resultados analizados en la comparación de los parámetros con las Tablas N°1, N°3 y N°5 del Anexo 1, TULSMA, se obtuvo que para los puntos 1 y 2 colacionados con la Tabla N°1, el DBO₅ no cumplía con el criterio de calidad para ninguna de las cuatro campañas, indicando que el agua se encuentra contaminada. En el caso de los puntos 3 y 4, si se cumple con lo establecido en la normativa, en relación al uso de agua para riego agrícola y pecuario. A excepción de la campaña 3 en el río Salado en donde la cantidad de coliformes fecales sobrepasa el límite para los dos criterios analizados.

De acuerdo, a la matriz de identificación y valoración de impactos, se estableció que los componentes ambientales como el agua, suelo, paisaje y medio biótico se ven afectados. Teniendo al cambio de uso de suelo y modificación de paisaje en la categoría de impactos Críticos. Mientras que la disminución de la cantidad de agua superficial y pérdida de vegetación nativa del bosque Guarango entraron en la categoría de Severo. Los impactos antes mencionados, son efectos causados por las acciones antrópicas que se dan en la microcuenca, pues actividades como la agricultura han provocado que la frontera agrícola



se extienda, generando parcelamiento en las partes altas, sumado a esto las malas prácticas pecuarias que afectan a la flora, fauna y debilitan la estructura del suelo.

Por último, la propuesta de plan de manejo se dirige a acciones encaminadas a mitigar y prevenir los impactos identificados, mediante los siguientes programas: Programa de protección de los recursos de la microcuenca del Guarango; Programa de Educación Ambiental para dueños de haciendas y terrenos de la microcuenca alta y media; y Promoción e implementación de una agricultura sostenible en haciendas bajo un sistema de producción ecológico. La sensibilización en la población es un tema que se pretende solucionar con la socialización de los proyectos en talleres y la difusión de información por los medios de comunicación más usados dentro de las comunidades. Además de ampliar, más adelante la extensión del vivero ubicado en el centro de Quingeo, otorgando plantas a los dueños de haciendas y terrenos en la parte alta de la misma.



6. RECOMENDACIONES

Las principales recomendaciones para proteger la microcuenca del Guarango son las siguientes:

- Reforestar las partes altas, y las orillas del cauce principal para recuperar y proteger las áreas erosionadas. Para conservar los suelos e incrementar la flora y la fauna, se recomienda realizar un plan de reforestación con especies maderables, frutales típicos de la región.
- Empezar programas de educación agroforestal con el fin de capacitar a las personas que habitan en el área de la microcuenca en las actividades de conservación y preservación del medio ambiente, en especial el bosque Guarango. Con esto se evita la tala y quema, y se reduce la erosión que presentan los suelos.
- Generar proyectos tendientes a implementar prácticas agrícolas de producción más limpia fundamentadas en la agroecología; capacitando al campesino para que realice una mejor explotación de sus tierras, garantizando la seguridad alimentaria de los pobladores, la protección de las quebradas principales, y de los recursos naturales de la microcuenca.
- Para la explotación ganadera extensiva, se deben sembrar pastos mejorados que brinden buena cobertura y protección a los suelos. Empezar una buena recuperación con programas de concientización al ganadero de la zona, para evitar el pastoreo en áreas que presentan erosión, zonas de pendientes fuertes y cercanas a bosque Guarango.
- Aunque en el estudio se utilizó el método de Índice de Calidad del Agua propuesto por la NSF, existe una variabilidad de índices que se pueden aplicar, tales como el Índice Universal de Calidad del Agua, Índice según Horton, según Dinius entre otros. Que difieren unos de otros en los parámetros medidos, formulas y ponderaciones. Por lo que queda abierta la posibilidad, para en un futuro mejorar los estudios en la zona aumentando las variables a considerar importantes.
- Con respecto a las correlaciones entre los índices calculados y los caudales, se sugiere además relacionar los diferentes parámetros de forma individual con el caudal y de la misma manera para el ICA – NSF, para esclarecer la influencia que tienen sobre la calidad del agua.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, L., Mendoza, C., & Oyón, R. (2001). *Coliformes totales, fecales y algunas enterobacterias, Staphylococcus sp. y hongos en ensaladas para perro calientes expandidas en la ciudad de Maracay, Venezuela. Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51(4), 366–370. Retrieved from http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-06222001000400007&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2008). *Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. Limnetica*, 28, 30. <https://doi.org/10.23818/limn.28.04>
- Aguirre, C., González, E., & Guerrero, H. (2015). *Elaboración y aplicación de metodologías analíticas e instrumentales para la cuantificación de parámetros fisicoquímicos en agua y su aplicación en el laboratorio de Ingeniería Química* (Investigación, Universidad de El Salvador). Retrieved from <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/7559/1/Elaboración%20y%20aplicación%20de%20metodologías%20analíticas%20e%20instrumentales%20para%20la%20cuantificación%20de%20parámetros%20fisicoquímicos%20en%20agua%20y%20su%20aplicación%20en%20el%20Laboratorio%20de%20Ingeniería%20Química,%20FIA%20UES.pdf>
- Álvarez, A., Panta, E. R., Reyes, F. G., Cabañero, J. J. A., Acosta, E. H., Ayala, C. R.,... Sosa, E. S. (2006). *Water quality in the basin of the river Amajac, Hidalgo, Mexico: Diagnosis and prediction*. 13. Retrieved from http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572006000100007
- Bermúdez, X., Saco, I., Abilleira, F., Ucha, M., & Borja Fernández, L. (2014). *Conservación y restauración del bosque de ribera. Un caso de estudio de los ríos de Galicia (Pontevedra)*. <https://doi.org/10.13140/2.1.1162.6245>
- Bonilla, C., Pino, M., & Logroño, J. (2014). *MANEJO DE VIVEROS FORESTALES*. Retrieved from <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Manejo-de-Viveros-Forestales.pdf>
- Borrero, A. luz. (1989). *El Paisaje Rural en el Azuay*. In 1: Vol. 1. Cuenca: Banco Central del Ecuador.



- Brown R. M., McClelland N. I., Deninger R. A., & Tozer R. G. (1970). *“A water quality index: do we dare?”* (Vol. 117). Chicago. USA: Water & Sewage Works.
- Burbano-Orjuela, H. (2016). *El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. Revista de Ciencias Agrícolas, 33(2), 117.*
<https://doi.org/10.22267/rcia.163302.58>
- Bustamante, M. (2010). *Informe de Tenencia de Tierra y uso de suelo en el periodo de 1995 y 2009 en las áreas de aporte del Sistema de Agua Potable de CODESA.* Cuenca: Subgerencia de Gestión Ambiental. Programa MICPA. ETAPA EP.
- Cajas, C. (2018). *PLAN DE ACCIONES INMEDIATAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA PARROQUIA QUINGEO DEL CANTÓN CUENCA.*
- Calvo, G., & Mora, J. (2009). *Evaluación y clasificación preliminar de la calidad del agua de las Cuencas de los ríos Tárcoles y Reventazón. Parte IV: Análisis estadístico de variables relacionadas con la calidad del agua. Tecnología en Marcha, 22(1), 57–64.*
- Camacho, F. (2003). *Técnicas de producción en cultivos protegidos* (Caja Rural Intermediterránea, Cajamar, Vol. 1). Retrieved from <http://www.publicacionescajamar.es/series-tematicas/agricultura/tecnicas-de-produccion-en-cultivos-prottegidos-tomo-1-2/>
- Carrión, D. A. D., Márquez, C. O., García, V. J., Moreno, C. G. R., Llerena, M. V. R., & Ayala, J. E. (2017). *Priorización de microcuencas en los Andes ecuatorianos usando parámetros morfométricos, WSA y GIS.* 25. Retrieved from <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/43790>
- Casilla, S. (2014). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA EN LOS DIFERENTES PUNTOS DE DESCARGA DE LA CUENCA DEL RIO SUCHEZ* (UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO). Retrieved from http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4546/Casilla_Quispe_Sergio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castelli, L., Spallasso, V., & Aristarain, G. (2007). *Planificación y conservación del paisaje: herramientas para la protección del patrimonio natural y cultural.* Buenos Aires: Fundación Naturaleza para el futuro.
- CEDEX. (2019). *Introducción a la vegetación de ribera española.* Retrieved January 24, 2019, from <http://vegetacionderibera.cedex.es/intro.php>



- Coello, J. R., Ormaza, R. M., Déley, Á. R., Recalde, C. G., & Rios, A. C. (2015). Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los ríos Ozogoché, Pichahuiña y Pomacocho-Parque Nacional Sangay-Ecuador. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 16(31). Retrieved from <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/11281>
- CONAGUA. (1989, enero 16). *Indicadores de calidad del agua. Escala de clasificación de calidad del agua: Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)*. Recuperado de <https://files.conagua.gob.mx/transparencia/CalidaddelAgua.pdf>
- Conesa, V. (1997). *GUIA METODOLOGICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL* (2nd ed.). Retrieved from http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia_metodologica_impacto_ambiental.pdf
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Ciudad Alfaró: Asamblea Nacional. Edición Especial N° 387 - Registro Oficial. ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA. Miércoles 4 de noviembre de 2015.*
- Espinosa, F. M. G., & Carreño, J. D. O. (2015). *CÁLCULO DEL CAUDAL DE LA CUENCA HIDROLÓGICA DE LA QUEBRADA GUAGUAQUI, DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ, POR EL MÉTODO RACIONAL* (Universidad Distrital Francisco José de Caldas). Retrieved from <http://hdl.handle.net/11349/3184>
- ETAPA EP. (2015). *DIAGNOSTICO DE LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA PARROQUIA QUINGEO. PLAN MAESTRO III.*
- Fajardo, D., Naranjo, L., & Niño, I. (2012). *Manejo integral de cuencas hidrográficas a través del uso agroforestería sustentable en la Amazonía colombiana* (Primera). Retrieved from <http://wwf.panda.org/es/?212906/Manejo-integral-de-cuencas-hidrograficas-a-traves-del-uso-de-agroforesteria-sustentable-en-la-Amazonia-colombiana>



- FAO. (1997). *Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos*. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s03.htm>
- FAO. (2001). *Conflictos y manejo de recursos naturales*. Retrieved from <http://www.fao.org/forestry/21575-09684b8bbf0673156ec237ead64c082b3.pdf>
- FAO. (2014a). *Cordillera de los Andes, una Oportunidad para la Integración y Desarrollo de América del Sur*. 126. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i3854s.pdf>
- FAO. (2014b). *La agricultura de montaña es agricultura familiar. Una contribución de las zonas de montaña al Año Internacional de la Agricultura Familiar*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i3480s.pdf>
- Fernández, L., & Gutiérrez, M. (2013). *Bienestar Social, Económico y Ambiental para las Presentes y Futuras Generaciones. Información Tecnológica*, 24(2), 121–130. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000200013>
- Figuroa, J. (2014). *San Pedro de Quingeo. "Prospección arqueológica de los sitios aledaños al centro parroquial"* (Investigación, Universidad de Cuenca). Retrieved from http://dspace.ucuenca.edu.ec/browse?type=subject&sort_by=1&order=ASC&rpp=20&etal=-1&value=ETNOGRAFIA&starts_with=R
- GAD Quingeo. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Quingeo*. Quingeo.
- GAD Quingeo. (2017). *Bienvenidos a la Parroquia de Quingeo*. Retrieved Diciembre 12, 2018, from <http://parroquiaquingeo.gob.ec/azuay/?p=97>
- García, J., Carmona, J., & Montoya, Y. (2012). *Caracterización de la calidad del agua de la parte alta de la microcuenca de la quebrada La Cimarronas, El Carmen de Viboral (Antioquia), utilizando macroinvertebrados acuáticos*. <http://dx.doi.org/10.18636/ribd.v31i1.269>
- Gómez Domingo. (2007). *Evaluación Ambiental Estratégica* (1st ed.). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Gómez D. & Gómez M. (2013). *Evaluación de Impacto Ambiental* (3rd ed.). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Grupo Técnico del Recurso Hídrico, & Oscar Darío Tosse. (2012). *FORMULACION DE LOS PLANES DE ORDENACION Y MANEJO DE DOS CUENCAS* (Caño. 164.



- Guzmán, B., Nava, G., & Bevilacqua, P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. *Biomédica*, 35(Sup2), 177–190. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>
- INEC. (2010). Cartografía digital 2010 |. Retrieved November 27, 2018, from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec//cartografia-digital-2010/>
- Infante, H., & Ortiz, L. (2008). *AJUSTE METODOLÓGICO AL ÍNDICE DE ESCASEZ DE AGUA PROPUESTO POR EL IDEAM EN EL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO PAMPLONITA, NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA*. 11, 10. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v11n1/v11n1a11.pdf>
- Jiménez, M., & Vélez, M. (2006). ANÁLISIS COMPARATIVO DE INDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL. *Avances en Recursos Hidráulicos*, 0(14). Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/arh/article/view/9331>
- Julca, A., Meneses, L., Blas, R., & Bello, S. (2006). LA MATERIA ORGÁNICA, IMPORTANCIA Y EXPERIENCIA DE SU USO EN LA AGRICULTURA. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49–61. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Lavie, E., Morábito, J., Salatino, S., Bermejillo, A., & Filippini, M. (2010, Abril 20). Contaminación por fosfatos en el oasis bajo riego del río Mendoza. *Revista FCA UNCuyo*, 42(1), 169–184. Retrieved from http://revista.fca.uncu.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=94:contaminacion-por-fosfatos-en-el-oasis-bajo-riego-del-rio-mendoza-&catid=9:no-1-ano-2010&Itemid=14
- López, M., & Madroñero, S. (2015). ESTADO TRÓFICO DE UN LAGO TROPICAL DE ALTA MONTAÑA: CASO LAGUNA DE LA COCHA. *Ingeniería e Investigación*, 22. <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1430>
- Madera, L. C., Angulo, L. C., Díaz, L. C., & Rojano, R. (2016). Evaluación de la Calidad del Agua en Algunos Puntos Afluentes del río Cesar (Colombia) utilizando Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de Contaminación. *Información Tecnológica*, 27(4), 103–110. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000400011>
- Martínez, C., Fernández, A., & Rubio, P. (2012). *CAUDALES Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN UNA CUENCA DE LATITUDES MEDIAS EN SUDAMÉRICA:*



- RÍO ACONCAGUA, CHILE CENTRAL (33°S). Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3886867/1.pdf>
- Montoya, M. L., Ramírez, J., Restrepo, F. M., Zapata, P. M., Agudelo, R., & Aguirre, N. J. (2017). *Salud ambiental en la subcuenca La Chaparrala*, Colombia 2015. *Revista de Salud Pública*, 19(3), 325–331. <https://doi.org/10.15446/rsap.v19n3.53380>
- Mora, C., Flores, H. E., Durán, Á., & Ruiz, J. A. (2011). Cambio climático y el impacto en la concentración de oxígeno disuelto en el Lago de Chapala. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(SPE2), 381–394. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342011000800016&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Morán, M. (2015, January 7). Agua y saneamiento. Retrieved December 14, 2018, from Desarrollo Sostenible website: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Murgueitio, E., Powney, E. K., & Ortega, M. (2015b). *Caracterización fisicoquímica de las aguas de la laguna de Mapaguiña, provincia de Chimborazo*. 8. Retrieved from <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/9701>
- NTE INEN 2169: *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras: Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive*. (1998). Retrieved from <https://archive.org/details/ec.nte.2169.1998/page/n11>
- NTE INEN 2176: *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo*. (1998). Retrieved from <https://archive.org/stream/ec.nte.2176.1998#mode/2up>
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (2012). *Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá*. Retrieved from <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/documentacion-e-investigaciones/resultado-busqueda/calidad-del-recurso-hidrico-de-bogota-2009-2010>
- Ojeda, R. (2005). *EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL IMPACTO SOBRE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL VERTEDERO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE ARAUCA Y PROPUESTA DE RECUPERACIÓN PAISAJÍSTICA DEL MISMO*. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/10516/1/EVALUACI%C3%93N%20PRELIMINAR%20DEL%20IMPACTO%20SOBRE%20LAS%20AGUAS%20SUBTERRANEAS>



AS%20Y%20SUPERFICIALES%20DEL%20%20C3%81REA%20DE%20INFLUENCIA.pdf

- Oliva, M., Pérez, D., Tucto, A., & Vacalla, F. (2014). *VIVERO FORESTAL PARA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS: EXPERIENCIA EN MOLINOPAMPA, AMAZONAS – PERÚ*. Retrieved from http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2993/Technical/2%20Manual%20produccion%20vivero%20forestal.pdf
- Oram, B. (2014). Water Quality Index Calculator. Retrieved January 9, 2019, from Water Research Center website: https://www.water-research.net/index.php/water-treatment/water-monitoring/monitoring-the-quality-of-surfacewaters?fbclid=IwAR3OM5beo33z1jMpHUYgsXzb0-qLsFR0GiZNeAsS4xTfMauL6R_7hZMkUnw
- Ospina, O., García, G., Gordillo, J., & Tovar, K. (2016). Evaluación de la turbiedad y la conductividad ocurrida en temporada seca y de lluvia en el río Combeima (Ibagué, Colombia). *ResearchGate*, 12(19). <http://dx.doi.org/10.16925/in.v12i19.1191>
- Pérez, J., Nardini, A. & Galindo, A. (2018). Análisis Comparativo de Índices de Calidad del Agua Aplicados al Río Ranchería, La Guajira-Colombia. *Información Tecnológica*, 29(3), 47–58. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000300047>
- PNUMA / CATIE, & MARENA-Alcaldía de Bluefields. (2015). *PLAN DE MANEJO INTEGRADO SISTEMA OPERATIVO MICROCUENCAS MILLER CREEK Y GUNBOAT CREEK, BLUEFIELDS, NICARAGUA*. 299.
- Prieto, M. (1993). *TENDENCIAS DEL USO DEL AGUA DE CALIDAD MARGINAL EN EL RIEGO*. 78. Retrieved from http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/docrep/RLC1026s/rlc1026s.002.pdf
- Programa de Reparación Ambiental y Social (PRAS). (2012, October 31). Retrieved December 13, 2018, from Ministerio del Ambiente website: <http://www.ambiente.gob.ec/programa-de-reparacion-ambiental-y-social-pras/>
- Pütz, P. (2008). *Eliminación y determinación de fosfato* (No. 1). Retrieved from <https://es.hach.com/asset-get.download.jsa?id=25593611552>
- Ramos, L. M., Vidal, L. A., Vilardy, S., & Saavedra, L. (2008). *ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA (COLIFORMES TOTALES Y FECALES)*



- EN LA BAHÍA DE SANTA MARTA, CARIBE COLOMBIANO*. 13(3), 87–98.
Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a7.pdf>
- Rocha, E. (2010). *Ingeniería de tratamiento y acondicionamiento de aguas*. Retrieved from <http://www.libreroonline.com/mexico/libros/81185/rocha-castro-edmundo/ingenieria-de-tratamiento-y-acondicionamiento-de-aguas.html>
- Rodríguez, V., Bustamante, L. M., & Mirabal, M. (2011). La protección del medio ambiente y la salud, un desafío social y ético actual. *Revista Cubana de Salud Pública*, 37(4), 510–518. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-34662011000400015&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Rojas, J. A. (2002). *Calidad de agua* (2nd ed., Vol. 1). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Rojas, J. A. (2010). *Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño*. (Tercera, Vol. 1). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Rollenbeck, R., & Bendix, J. (2010). Rainfall distribution in the Andes of southern Ecuador derived from blending weather radar data and meteorological field observations - ScienceDirect. *Sciencedirect.Com*. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2010.10.018>
- Sabio, I. (2000). *Evaluación de la calidad y la cantidad de agua de la microcuenca El Capiro en Güinope, Honduras* (Universidad ZOMORANO). Retrieved from <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2591/1/T1221.pdf>
- Salcedo, M., Sanchez, J., Cruz, A., Álvarez, N., Florido, R., Ruiz, V., Alejo, R. (2018). APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (WQI-NSF) EN LAGUNAS METROPOLITANAS Y RURALES. 11, 7. <https://doi.org/81-86.2018>
- Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (2007). A review of physical-chemical parameters as water quality and contamination indicators. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172–181. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-56092007000300019&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Schubert, A., Cabrera, S., & Romero, M. (2015). *Plan Maestro Áreas de Conservación y Gestión Sostenible en el Austro del Ecuador* (No. 1; p. 185). Retrieved from Ministerio del Ambiente Ecuatoriano & GIZ website: <https://crocodileandy.files.wordpress.com/.../8-2-plan-maestro-areas-de-conservacion-...>



- Servicio Nacional de Estudios Territoriales de El Salvador. (2000). *ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA GENERAL "ICA."* Retrieved from <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>
- Sierra, J. (2001). *Determinación experimental de la curva de la DBO y el valor de las constantes K y Lo en una muestra de agua contaminada del río Bogotá*. 6. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/911/91101114.pdf>
- Torres, B., González, G., Rustrían, E., & Houbron, E. (2013). Enfoque de cuenca para la identificación de fuentes de contaminación y evaluación de la calidad de un río, Veracruz, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(3), 135–146. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-49992013000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. J. (2009b). 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*, 8(15), 16. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>
- TULSMA. (2015, Noviembre 4). *ANEXO 1: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA*. Retrieved from <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>
- Tyagi, B. S. S. (2013). Water Quality Assessment in Terms of Water Quality Index. *Science and Education Publishing*, 6. <https://doi.org/10.12691/ajwr-1-3-3>
- UNESCO. (2018). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua; 2018*. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>
- UNIVERSIDAD MIGUEL DE CERVANTES. (2015). *GESTIÓN AMBIENTAL PARA UN DESARROLLO HUMANO SUSTENTABLE* (1st ed.). Retrieved from https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=5e16c623-dba2-9197-906b-3625bdb15bb4&groupId=252038
- Valencia, J., & Tobón, C. (2017). Influence of vegetation on the hydrological functioning of tropical high mountain wetlands basins. *Ecosistemas*, 26(2), 10–17. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-2.02>



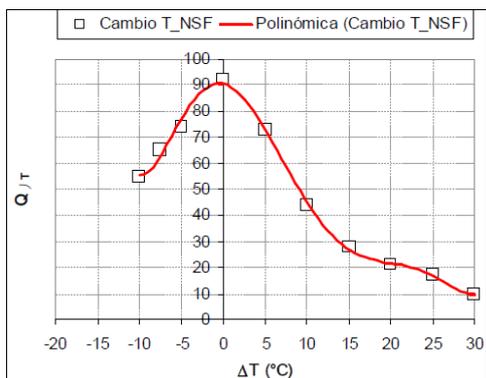
Villacís, P. (2006). *LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO DEL SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LAS LATITUDES 2° 37' S Y 2° 50' S, PROVINCIAS DE CAÑAR Y AZUAY, CON ESPECIAL ENFOQUE SOBRE LAS SECUENCIAS MIOCÉNICAS* (ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL). Retrieved from http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-12/010041249.pdf



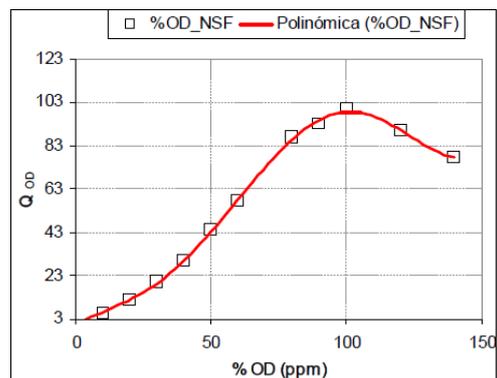
ANEXOS

Anexo 1. Curvas estandarizadas para cálculo de ICA-NSF.

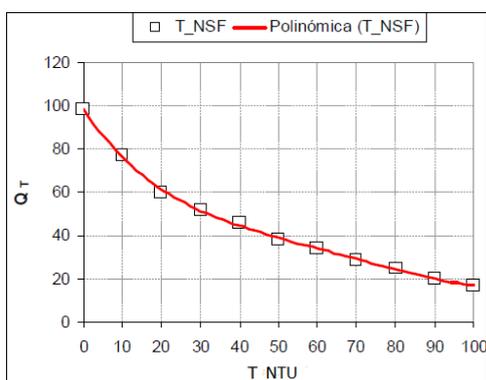
Variación de la temperatura.



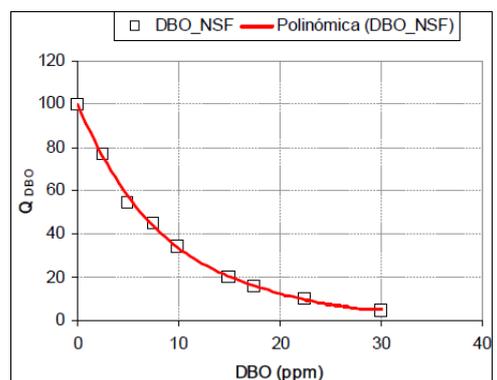
Oxígeno disuelto.



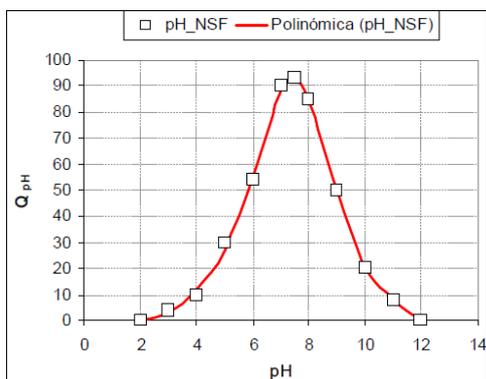
Turbidez.



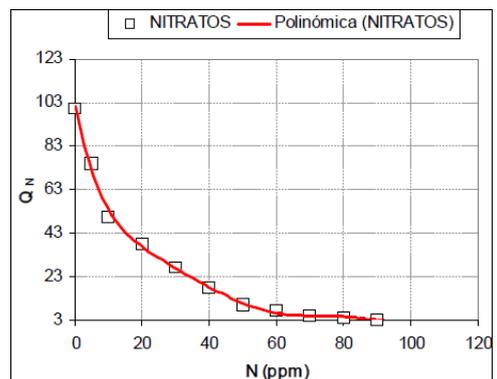
Demanda bioquímica de oxígeno.



Potencial de hidrogeno (pH).

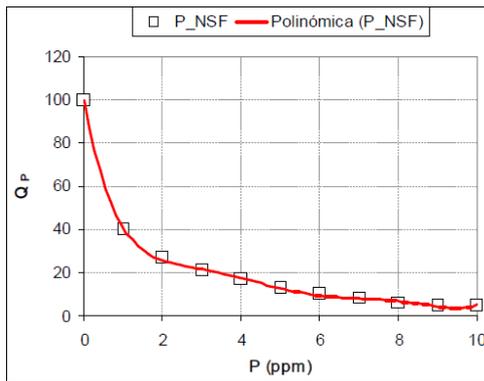


Nitratos.

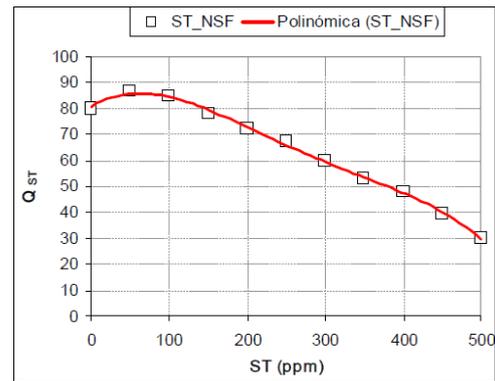




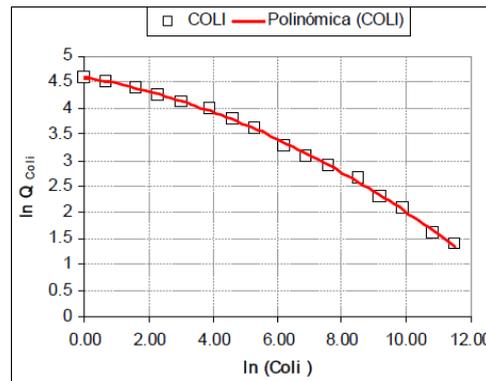
Fosfatos.



Sólidos totales.



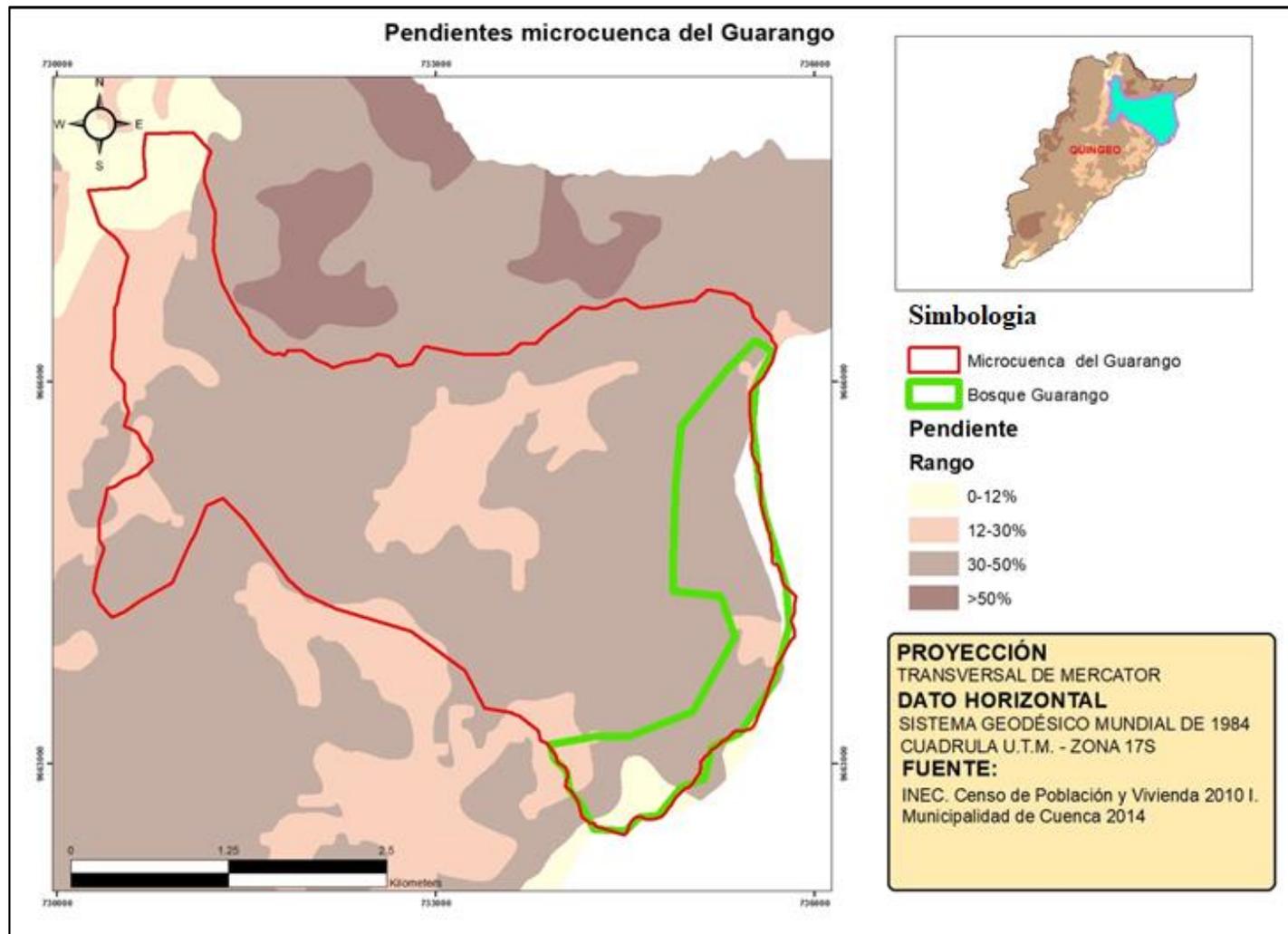
Coliformes fecales.





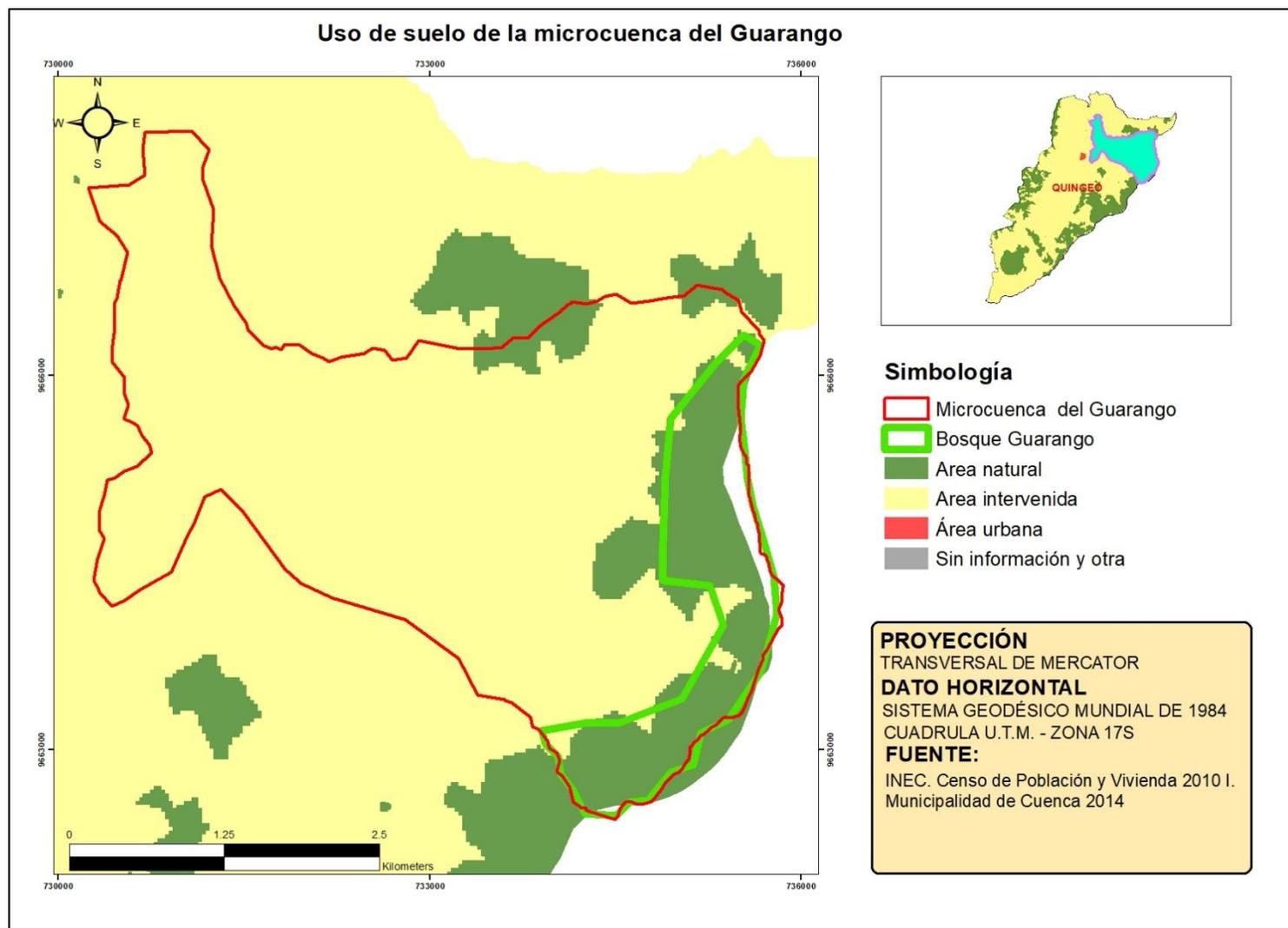
Anexo 2. Mapas temáticos.

Anexo 2.1. Mapa de pendientes.



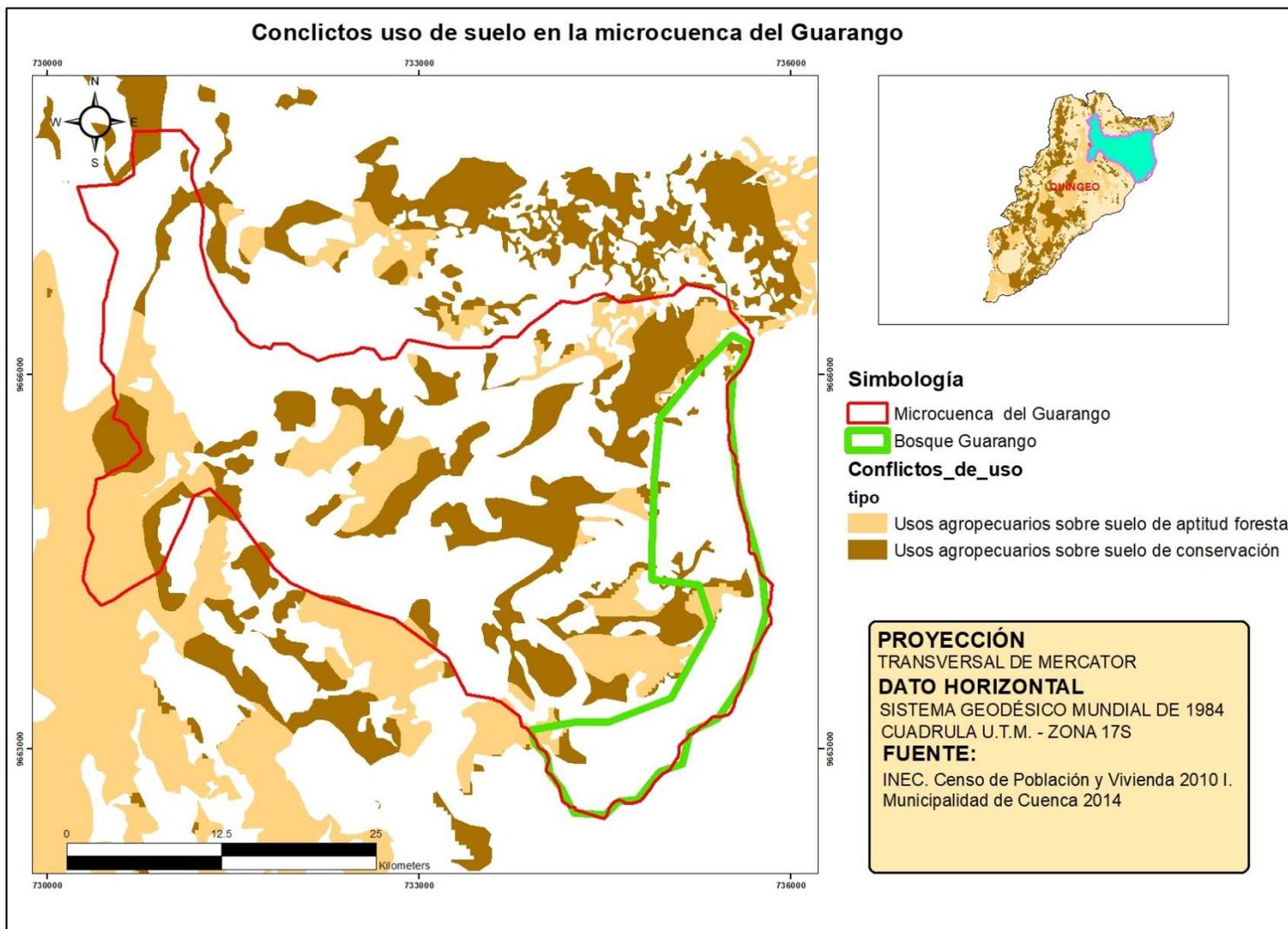


Anexo 2.2. Mapa de uso de suelo.



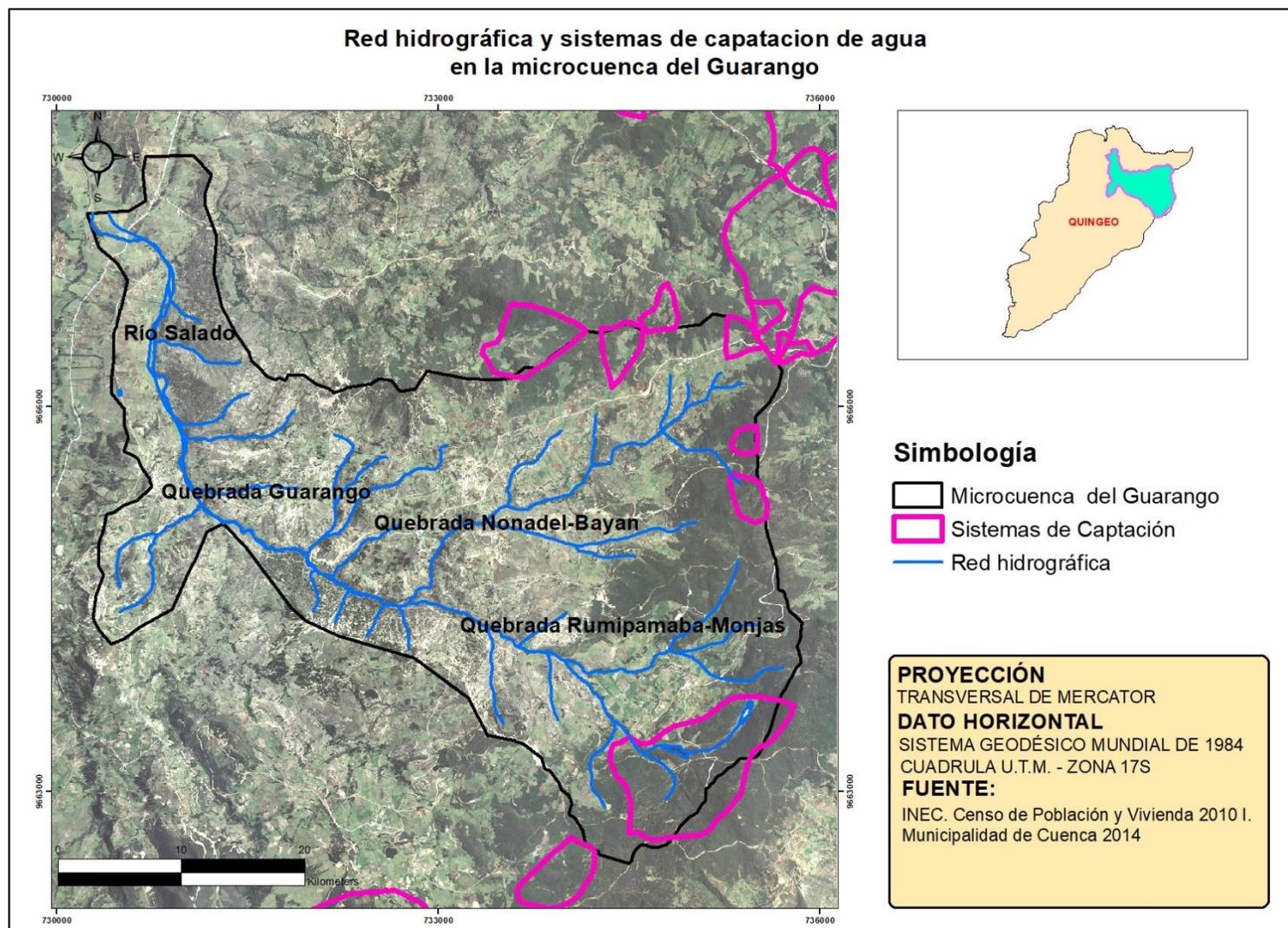


Anexo 2.3. Mapa de conflictos uso de suelo.





Anexo 2.4. Mapa de hidrología y sistemas de captación de agua.



**Anexo 3. Resultados de análisis de laboratorio de las campañas de muestreo.**LABORATORIO ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA FACULTAD DE
CIENCIAS QUÍMICAS DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA**Resultados del Análisis Físico-Químico de Agua**

Solicitado por: *María Belén Farías, Santiago Guazhambo*
 Lugar de la toma de muestra: *Quingeo*
 Tipo de agua: *Superficial*
 Fecha de la toma: *14/01/2019*
 Fecha del análisis: *14/01/2019*

PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL - BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA - MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDADES	PROCEDIMIENTOS SEGUIDOS EN MS
Hora	09:00	09:15	09:35	10:00	-	-
pH	8,2	8,4	8,2	7,3	-	MNE 2320-B
Turbiedad	2,62	3,6	1,29	2,4	NTU	MNE 2130-B
Conductividad	284,0	321,0	459,0	1533,0	μS/cm	MNE 2510-B
Sólidos Totales	164,1	187,6	269,0	938,3	mg/l	MNE 2540-C
Temperatura	12,75	15,0	15,3	16,2	°C	-
Fosfatos	0,1	0,28	0,09	0,11	mg/l PO ₄ ³⁺	MNE 2320-B
Nitratos	0,1	0,2	0,1	0,1	mg/l NO ₃ ⁻	MNE 4500-B
Oxígeno Disuelto	7,07	8,23	7,78	9,27	mg/l O ₂ ⁻²	MNE 4500-G
DBO 5 días	36,72	43,5	34,45	42,16	mg/l O ₂ ⁻²	MNE 5220-C
Los parámetros han sido analizados en las siguientes condiciones del laboratorio: temperatura 18 °C a 2530 msnm. Y una presión atmosférica de 530 mmHg y siguiendo los procesos de Estándar Métodos Normalizados						

INFORME DEL RESULTADO MICROBIOLÓGICO

Fecha de la toma: *14/01/2019*
 Fecha del análisis: *16/01/2019*

PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL - BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA - MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDADES	TEMPERATURA DE INC. °C	MÉTODO
Coliformes totales	800	380	800	1100	NMP/100ml	35,5	NTE/INEN
Coliformes fecales	440	230	440	470	NMP/100ml	42,5	NTE/INEN

Se siguieron las siguientes normas INEN: 1529
 NMP= Número más probable
 NTE= Norma Técnica Ecuatoriana
 Método de los tubos múltiples

UNIVERSIDAD DE CUENCA
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS
 Dr. Giovanni Larriva. MSc.

TÉRMINOS Y CONDICIONES: La responsabilidad del Laboratorio de Análisis de Aguas de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca se restringe a la presentación de los servicios analíticos, generación de planes de muestreo y o muestreo medio ambiental convenidos con el cliente. Los servicios analíticos y el muestreo son realizados teniendo en cuenta los criterios de calidad Internacionalmente reconocidos— El Laboratorio de AA no se responsabiliza por las condiciones de preservación de las muestras tomadas por el Cliente—Una vez realizado el análisis de las muestras estas serán conservadas durante 15 días luego de los cuales serán desechadas y por ende no podrán ser reclamadas al igual que los contenedores- las muestras que sean clasificadas como peligrosas deberán ser retiradas ineludiblemente por el cliente o en su defecto el cliente deberá cubrir los costos para su disposición final. Los resultados informados por el LAA son válidos solo para las muestras analizadas. Los resultados enviados de manera electrónica por el L. A. C. A. tendrán el carácter de provisional y podrán estar sujetos a cambios basados en el procedimiento normal de aseguramiento y control de calidad del laboratorio.- Se entenderá como certificado o informe de análisis válidamente emitido al documento en original, debidamente timbrado y firmado por el responsable del Laboratorio



Resultados del Análisis Físico-Químico de Agua

Solicitado por: **María Belén Farías, Santiago Guazhambo**
 Lugar de la toma de muestra: **Quingeo**
 Tipo de agua: **Superficial**
 Fecha de la toma: **07/01/2019**
 Fecha del análisis: **07/01/2019**

PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL - BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA - MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDADES	PROCEDIMIENTOS SEGUIDOS EN MS
Hora	09:43	10:15	10:52	11:15	-	-
pH	8,25	8,6	8,3	7,52	-	MNE 2320-B
Turbiedad	1,77	0,71	0,98	5,74	NTU	MNE 2130-B
Conductividad	307,0	325,0	505,0	1021,0	μS/cm	MNE 2510-B
Sólidos Totales	186,4	197,5	304,2	647,8	mg/l	MNE 2540-C
Temperatura	13,43	17,0	18,33	20,1	°C	-
Fosfatos	0,15	0,5	0,32	0,04	mg/l PO ₄ ³⁺	MNE 2320-B
Nitratos	1,1	2,0	0,6	0,8	mg/l NO ₃ ⁻	MNE 4500-B
Oxígeno Disuelto	6,97	9,35	7,93	8,99	mg/l O ₂ ²⁻	MNE 4500-G
DBO 5 días	32,66	41,46	34,26	40,86	mg/l O ₂ ²⁻	MNE 5220-C
Los parámetros han sido analizados en las siguientes condiciones del laboratorio: temperatura 18 °C a 2530 msnm. Y una presión atmosférica de 530 mmHg y siguiendo los procesos de Estándar Métodos Normalizados						

INFORME DEL RESULTADO MICROBIOLÓGICO

Fecha de la toma: **07/01/2019**
 Fecha del análisis: **09/01/2019**

PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL - BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA - MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDADES	TEMPERATURA DE INC. °C	MÉTODO
Coliformes totales	1100	800	1300	1400	NMP/100ml	35,5	NTE/INEN
Coliformes fecales	800	240	900	1100	NMP/100ml	42,5	NTE/INEN

Se siguieron las siguientes normas INEN: 1529

NMP= Número más probable

NTE= Norma Técnica Ecuatoriana

Método de los tubos múltiples

UNIVERSIDAD DE CUENCA
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS

Dr. Giovanni Larriva. MSc.

TÉRMINOS Y CONDICIONES: La responsabilidad del Laboratorio de Análisis de Aguas de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca se restringe a la presentación de los servicios analíticos, generación de planes de muestreo y o muestreo medio ambiental convenidos con el cliente. Los servicios analíticos y el muestreo son realizados teniendo en cuenta los criterios de calidad Internacionalmente reconocidos—El Laboratorio de AA no se responsabiliza por la condiciones de preservación de las muestras tomadas por el Cliente—Una vez realizado los análisis de las muestras estas serán conservadas durante 15 días luego de los cuales serán desechadas y por ende no podrán ser reclamadas al igual que los contenedores- las muestras que sean clasificadas como peligrosas deberán ser retiradas ineludiblemente por el cliente o en su defecto el cliente deberá cubrir los costos para su disposición final. Los resultados informados por el LAA son válidos solo para las muestras analizadas. Los resultados enviados de manera electrónica por el L. A .C.A. tendrán el carácter de provisional y podrán estar sujetos a cambios basados en el procedimiento normal de aseguramiento y control de calidad del laboratorio.- Se entenderá como certificado o informe de análisis válidamente emitido al documento en original, debidamente timbrado y firmado por el responsable del Laboratorio



Resultados del Análisis Físico-Químico de Agua

Solicitado por: *María Belén Farías, Santiago Guazhambo*
Lugar de la toma de muestra: *Quingeo*
Tipo de agua: *Superficial*
Fecha de la toma: *04/12/2018*
Fecha del análisis: *04/12/2018*

PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL - BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA - MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDADES	PROCEDIMIENTOS SEGUIDOS EN MS
Hora	09:30	09:12	08:40	07:45	-	-
pH	7,41	7,95	7,48	6,61	-	MNE 2320-B
Turbiedad	66,8	13,5	62,1	281,0	NTU	MNE 2130-B
Conductividad	118,1	249,0	235,0	421,0	μS/cm	MNE 2510-B
Sólidos Totales	104,85	147,7	169,6	305	mg/l	MNE 2540-C
Temperatura	12,36	14,33	13,26	13,35	°C	-
Fosfatos	0,04	0,87	0,03	0,53	mg/l PO ₄ ³⁺	MNE 2320-B
Nitratos	0,1	0,1	0,1	0,1	mg/l NO ₃ ⁻	MNE 4500-B
Oxígeno Disuelto	7,25	7,99	7,31	7,14	mg/l O ₂ ²⁻	MNE 4500-G
DBO 5 días	33,9	32,1	28,5	24,2	mg/l O ₂ ²⁻	MNE 5220-C
Los parámetros han sido analizados en las siguientes condiciones del laboratorio: temperatura 18 °C a 2530 msnm. Y una presión atmosférica de 530 mmHg y siguiendo los procesos de Estándar Métodos Normalizados						

INFORME DEL RESULTADO MICROBIOLÓGICO

Fecha de la toma: *04/12/2018*
Fecha del análisis: *06/12/2018*

PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL - BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA - MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDADES	TEMPERATURA DE INC. °C	MÉTODO
Coliformes totales	1800	1100	400	400	NMP/100ml	35,5	NTE/INEN
Coliformes fecales	7	7	290	400	NMP/100ml	42,5	NTE/INEN

Se siguieron las siguientes normas INEN: 1529
NMP= Número más probable
NTE= Norma Técnica Ecuatoriana
Método de los tubos múltiples

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS

Dr. Giovanni Larriva. MSc.

TÉRMINOS Y CONDICIONES: La responsabilidad del Laboratorio de Análisis de Aguas de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca se restringe a la presentación de los servicios analíticos, generación de planes de muestreo y o muestreo medio ambiental convenidos con el cliente. Los servicios analíticos y el muestreo son realizados teniendo en cuenta los criterios de calidad internacionalmente reconocidos—El Laboratorio de AA no se responsabiliza por la condiciones de preservación de las muestras tomadas por el Cliente—Una vez realizado los análisis de las muestras estas serán conservadas durante 15 días luego de los cuales serán desechadas y por ende no podrán ser reclamadas al igual que los contenedores- las muestras que sean clasificadas como peligrosas deberán ser retiradas ineludiblemente por el cliente o en su defecto el cliente deberá cubrir los costos para su disposición final. Los resultados informados por el LAA son válidos solo para las muestras analizadas. Los resultados enviados de manera electrónica por el L. A. C.A. tendrán el carácter de provisional y podrán estar sujetos a cambios basados en el procedimiento normal de aseguramiento y control de calidad del laboratorio.- Se entenderá como certificado o informe de análisis válidamente emitido al documento en original, debidamente timbrado y firmado por el responsable del Laboratorio



Resultados del Análisis Físico-Químico de Agua

Solicitado por: **María Belén Farías, Santiago Guazhambo**
Lugar de la toma de muestra: **Quingeo**
Tipo de agua: **Superficial**
Fecha de la toma: **14/11/2018**
Fecha del análisis: **14/11/2018**

PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL - BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA - MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDADES	PROCEDIMIENTOS SEGUIDOS EN MS
Hora	08:30	09:05	10:12	10:53	-	-
pH	7,627	8,37	7,882	6,989	-	MNE 2320-B
Turbiedad	1,17	163,0	166,4	173,0	NTU	MNE 2130-B
Conductividad	332,0	313,0	318,0	661,0	µS/cm	MNE 2510-B
Sólidos Totales	191,0	211,0	217,1	406,0	mg/l	MNE 2540-C
Temperatura	14,33	17,73	17,5	19,76	°C	-
Fosfatos	0,01	0,01	0	0,01	mg/l PO ₄ ³⁺	MNE 2320-B
Nitratos	0,1	0,9	5,1	0,3	mg/l NO ₃ ⁻	MNE 4500-B
Oxígeno Disuelto	6,71	7,81	6,67	6,13	mg/l O ₂ ⁻²	MNE 4500-G
DBO 5 días	51,5	22,0	35,9	20,7	mg/l O ₂ ⁻²	MNE 5220-C

Los parámetros han sido analizados en las siguientes condiciones del laboratorio: temperatura 18 °C a 2530 msnm. Y una presión atmosférica de 530 mmHg y siguiendo los procesos de Estándar Métodos Normalizados

INFORME DEL RESULTADO MICROBIOLÓGICO

Fecha de la toma: **14/11/2018**
Fecha del análisis: **16/11/2018**

PARÁMETRO	QUEBRADA NONADEL - BAYAN	QUEBRADA RUMIPAMBA - MONJAS	QUEBRADA GUARANGO	RÍO SALADO	UNIDADES	TEMPERATURA DE INC. °C	MÉTODO
Coliformes totales	15	500	500	1100	NMP/100ml	35,5	NTE/INEN
Coliformes fecales	Negativo	40	150	150	NMP/100ml	42,5	NTE/INEN

Se siguieron las siguientes normas INEN: 1529

NMP= Número más probable
NTE= Norma Técnica Ecuatoriana
Método de los tubos múltiples

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUAS

Dr. Giovanni Larriva. MSc.

TÉRMINOS Y CONDICIONES: La responsabilidad del Laboratorio de Análisis de Aguas de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca se restringe a la presentación de los servicios analíticos, generación de planes de muestreo y o muestreo medio ambiental convenidos con el cliente. Los servicios analíticos y el muestreo son realizados teniendo en cuenta los criterios de calidad Internacionalmente reconocidos—El Laboratorio de AA no se responsabiliza por la condiciones de preservación de las muestras tomadas por el Cliente—Una vez realizado los análisis de las muestras estas serán conservadas durante 15 días luego de los cuales serán desechadas y por ende no podrán ser reclamadas al igual que los contenedores- las muestras que sean clasificadas como peligrosas deberán ser retiradas ineludiblemente por el cliente o en su defecto el cliente deberá cubrir los costos para su disposición final. Los resultados informados por el LAA son válidos solo para las muestras analizadas. Los resultados enviados de manera electrónica por el L. A. C.A. tendrán el carácter de provisional y podrán estar sujetos a cambios basados en el procedimiento normal de aseguramiento y control de calidad del laboratorio.- Se entenderá como certificado o informe de análisis válidamente emitido al documento en original, debidamente timbrado y firmado por el responsable del Laboratorio

Anexo 4. Evidencias de la situación actual de la microcuenca del Guarango.



Fotografía 1. Generación de Cárcavas.
Sector: Nonadel
Fuente: Autores



Fotografía 2. Erosión hídrica.
Sector: Altos de Punta Hacienda
Fuente: Autores



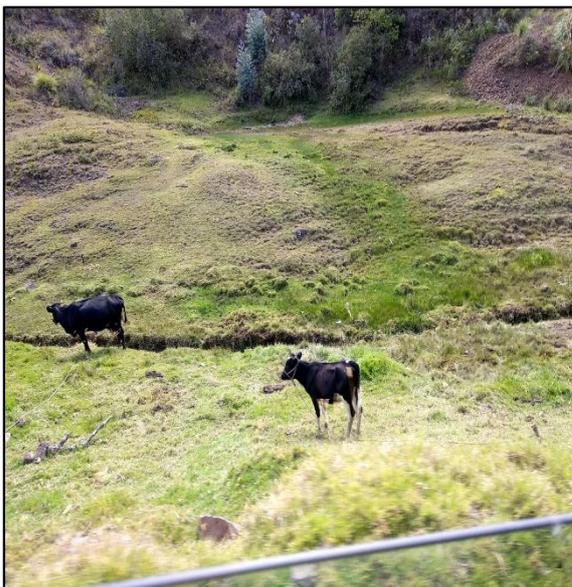
Fotografía 3. Pastoreo en áreas de recarga hídrica.
Sector: Rumipamba
Fuente: Autores



Fotografía 4. Proliferación de algas.
Sector: Puente de Rumipamba
Fuente: Autores



Fotografía 5. Degradación de algas.
Sector: río Salado
Fuente: Autores



Fotografía 6 y 7. Avance de la frontera pecuaria.
Sector: Bosque Protector Guarango
Fuente: Autores



Fotografía 8 y 9. Presencia de basura en las rivera y puente.
Sector: Quebrada Guarango y puente del río Salado
Fuente Autores



Fotografía 7. Presencia de basura en la quebrada Guarango.
Sector: Quebrada Guarango
Fuente: Autores