



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

Proyecto de Investigación previa
la obtención del Grado
Académico de Magister en
Gestión Ambiental.

TEMA

**DESECHOS CONTAMINANTES E ÍNDICE DE CALIDAD DEL
AGUA DEL RÍO CHIBUNGA, CANTÓN RIOBAMBA, AÑO 2017.**

AUTORA

LIC. EMILY LISBETH RAMOS GUILLÍN

DIRECTORA

ING. MARÍA LORENA CADME ARÉVALO, MS.C.

QUEVEDO – ECUADOR

2018

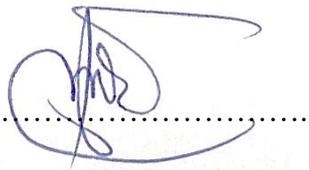
CERTIFICACIÓN

Ing. María Lorena Cadme Msc. Docente Tutora de Tesis, previo a la obtención del Título Académico de Magíster en Gestión Ambiental

CERTIFICA

Que la Lic. Emily Lisbeth Ramos Guillín, ha cumplido con la elaboración del Proyecto de Investigación titulado: “DESCARGA DE DESECHOS CONTAMINANTES E INDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CHIBUNGA, CANTÓN RIOBAMBA, AÑO 2018”.

El mismo que está apto para la presentación y sustentación respectiva.



Ing. María Lorena Cadme

DIRECTORA

AUTORÍA

Los criterios ideas, comentarios, conclusiones y recomendaciones son de mí autoría, excepto aquellos referentes que se encuentran debidamente citados.

Asumo la responsabilidad por el contenido de esta investigación.



Lic. Emily Lisbeth Ramos Guillín

AUTORA

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Tesis:

A mis queridos padres, Roberto e Inés, quienes me educaron con su ejemplo de trabajo, honestidad y amor a los demás, reconociendo su esfuerzo y sacrificio por hacer de mí una mujer de bien.

AGRADECIMIENTO

Al gran espíritu por permitirme llegar a este punto de mi vida con todas las enseñanzas que me ha brindado y las cuales me han convertido en la mujer que hoy soy.

A mi familia, seres especiales a quienes los llevo en el corazón y que son pilar fundamental para seguir adelante en las etapas de la vida.

De manera especial a la Ing. Ma. Lorena Cadme por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su conocimiento, orientaciones y paciencia que han sido primordiales en esta última etapa de mi carrera.

PRÓLOGO

Los habitantes del cantón Riobamba, perteneciente a la provincia del Chimborazo, utilizan el agua del río Chibunga como un recurso indispensable para la subsistencia de la población. Las actividades de producción industrial agrícola, ganadera y consumo humano, liberan en su afluente aguas residuales que afectan la calidad de sus aguas.

Ante esta situación, existe falta de interés de las autoridades locales para controlar la descarga de contaminantes, el cumplimiento de la legislación ambiental y la ejecución de procesos de tratamiento de estas aguas.

El trabajo investigativo **Desechos contaminantes e índice de calidad del agua del río Chibunga, cantón Riobamba, año 2017**, es un tema de gran interés, ya que provee información sobre la situación actual del río y los condicionantes que inciden en la calidad del mismo.

Si consideramos que uno de los más importantes retos de la actualidad, es contar con ríos que no se encuentren contaminados en su totalidad y que estos representen la fuente principal de suministro del líquido vital, los resultados obtenidos en esta investigación aportan sustancialmente con información que viabiliza el diseño y ejecución de proyectos de interés socioambiental que disminuyan del grado de afectación del agua del río Chibunga y las consecuentes beneficios a la población.

Blgo. José Luis Coronel Jativa

Especialista Ambiental

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad la preocupación por el ambiente y la forma de protegerlo cada vez toman mayor fuerza e importancia a nivel mundial. En el aspecto legal, en Ecuador, en la actual Constitución de la República, existen normas que obligan al Estado a velar por un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Por lo cual, la principal preocupación sociopolítica en la provincia de Chimborazo referente a la gestión de los recursos hídricos es que hay una contaminación creciente del río Chibunga. Para contribuir de alguna forma con este problema; se determina los factores contaminantes vertidos al río Chibunga son: asentamientos humanos, actividad agrícola y ganadera, animales y basura en el margen del río, descarga de canales de riego y carreteras. El índice de calidad de agua se realizó utilizando diferentes parámetros como: potencial de hidrógeno, oxígeno disuelto, DBO₅, coliformes fecales, sólidos suspendidos totales, turbidez, nitratos, fosfatos y temperatura. Estas variables sirven para medir el índice de calidad de agua el cual según el método de Brown va desde 12.4 a 32.524, en los tres puntos, con una calificación promedio de 22.75 equivalente a mala y según el programa IQADATA (método NSF) va desde 13.49 a 43.32, con una clasificación promedio de 30.46 equivalente a mala.

Palabras claves: Agua, calidad, contaminantes, desechos, índice.

ABSTRACT

Nowadays, the worry for the environment and the way of protecting it they are taking force and importance worldwide. In the legal aspect, in Ecuador, in the current Constitution of the Republic, there are procedure that they force to the State to watch for a healthy and ecologically balanced environment. This is the reason why the principal socio-political worry in the province of Chimborazo, relating to the management of the water resources, is: there is an increasing pollution of the river Chibunga. To help in some way to this problem, the polluting factors discharged to the Chibunga River such as: human settlements, agricultural and livestock activity, animals and garbage in the river's margin, discharge of irrigation canals and roads. The water quality index was made using different parameters such as hydrogen potential, dissolved oxygen, BOD5, fecal coliforms, total suspended solids, turbidity, nitrates, phosphates and temperature. These variables are used to measure the water quality index, which according to Brown's method is in the ranges from 12.4 at 32.524, in the three points, with an average rating of 22.75 equivalent to bad and according to the IQADATA program (NSF method) from 13.49 at 43.32, with an average score of 30.46 equivalent to bad.

Key words: water, quality, contaminants, waste, index.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
PRÓLOGO.....	vi
RESUMEN EJECUTIVO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. _MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	5
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA	6
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	8
1.3.1. Problema General	8
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	8
1.5. OBJETIVOS	9
1.5.1. General.....	9
1.5.2. Específicos	9
1.6. JUSTIFICACIÓN	9
CAPÍTULO II. _MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	11
2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL.....	12
2.1.1. Impacto ambiental.....	12
2.1.2. Limnología.....	12

2.1.3.	Ecosistemas acuáticos.....	12
2.1.4.	Río.....	13
2.1.5.	Agua.....	13
2.1.6.	Calidad de agua.....	13
2.1.7.	Índice de calidad del agua.....	13
2.1.8.	Aguas residuales	14
2.1.9.	Contaminación	14
2.2.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	14
2.2.1.	El agua	14
2.2.2.	El agua superficial	15
2.2.3.	Clasificación de los ríos	15
2.2.4.	Contaminación del agua.....	17
2.2.5.	Fuentes de contaminación.....	18
2.2.6.	Contaminantes del agua	18
2.2.7.	Contaminación biológica de las aguas y efectos sobre la salud.	19
2.2.8.	Contaminación química de las aguas y efectos sobre la salud.	20
2.2.9.	Contaminación del agua en Riobamba	21
2.2.10.	Contaminación del río Chibunga	21
2.2.11.	Calidad de agua	22
2.2.12.	Metodología para determinar la calidad de agua	22
2.2.13.	Parámetros para medir la calidad de agua.....	23
2.2.14.	Índice de calidad de agua	26
2.2.15.	Cálculo del índice de calidad del agua.....	27
2.3.	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	28
2.3.1.	Constitución de la República del Ecuador	28

2.3.2.	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).....	31
2.3.3.	Plan Nacional del Buen Vivir 2013 - 2017.....	31
2.3.4.	Ley de Aguas, Codificación.....	31
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		33
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
3.2.	MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.3.	Construcción metodológica del objeto de investigación.....	35
3.3.1.	Determinación de los desechos contaminantes vertidos al río Chibunga.	36
3.3.2.	Análisis químicos y microbiológicos de la calidad de agua en el río.	36
3.3.3.	Técnicas de investigación	46
3.3.3.	Instrumentos de la investigación	46
3.4.	ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO	47
3.5.	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	47
3.6.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	47
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		48
4.1.	DESECHOS CONTAMINANTES VERTIDOS AL RÍO CHIBUNGA.....	49
4.2.	ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.....	50
4.3.	PROPUESTA DE TRATAMIENTOS PARA LA DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO.....	67
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		71
5.1.	CONCLUSIONES	72
5.2.	RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		74
ANEXOS		80
ANEXO 1. CERTIFICACIÓN URKUND		81

ANEXO 2. RESULTADOS DEL ANALISIS DE LOS PARÁMETROS.....	82
ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Ubicación de las estaciones muestreadas.....	37
Tabla N° 2. Parámetros de análisis y coeficientes de ponderación	41
Tabla N°3. Rango de clasificación del ICA según criterio general	42
Tabla N°4. Índice de Calidad de Agua (ICA) propuesto por Brown.....	43
Tabla N°5. Escala de clasificación del ICA-NSF.....	43
Tabla N° 6. Clasificación del ICA según criterio general.	44
Tabla N° 7. Factores de corrección de velocidad	46
Tabla N° 8. Factores contaminantes del río Chibunga	49
Tabla N° 9. Criterios de calidad del agua para consumo humano	51
Tabla N° 10. Cálculo del ICA.....	63
Tabla N° 11.- Índices de calidad de agua del río Chibunga	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1.- Ubicación geográfica del río Chibunga	6
Figura N°2.- Diagrama de flujo de procesos.	35
Figura N°3. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo.....	37
Figura N°4.- Método del flotador	45
Figura N° 5.- Valores de pH del río Chibunga	52
Figura N° 6.- Valores de temperatura del río Chibunga	54
Figura N° 7. Valores de turbidez del río Chibunga	55
Figura N° 8.- Valores de sólidos disueltos del río Chibunga.....	56
Figura N° 9.- Valores de fosfatos del río Chibunga	56
Figura N° 10.- Valores de nitratos del río Chibunga	58
Figura N° 11.- Valores de DBO ₅ del río Chibunga	58
Figura N° 12.- Valores de coliformes fecales del río Chibunga.....	59
Figura N° 13.- Valores de oxígeno disuelto del río Chibunga	60
Figura N° 14.- Índice de calidad de agua del río Chibunga.....	62
Figura N° 15.- Índice de calidad de agua del río Chibunga en el programa IQADATA.	64

INTRODUCCIÓN

El total de agua sobre la tierra se aproxima a $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$, de los cuales cerca del 98% corresponde a los océanos. El resto del agua lo representan hielo, ríos, lagos y depósitos subterráneos. Sin embargo, es una paradoja que el agua disponible para el hombre, de manera inmediata, represente solo cerca del 0,014% del total del agua del planeta (Roldán y Ramírez, 2008).

El agua es básica para el mantenimiento de los ecosistemas, los cuales a su vez, son un prerequisite para la regeneración de este recurso vital en los diferentes procesos físicos y biológicos, tanto en el uso y consumo humano, como en la producción agrícola, pecuaria, forestal e industrial (Azpilcueta, Pedroza, Sanchez, Salcedo y Trejo, 2017).

Es por esa razón que el agua de los ríos ha jugado un papel importante durante la evolución de las sociedades humanas. Debido a que, desde una perspectiva hidrológica, los ríos desempeñan un papel medular en el ciclo global del agua entre el mar, el aire y la tierra; junto con los acuíferos subterráneos acumulan precipitación y la acarrear a manera de escurrimiento hacia el mar que, a su vez, continúa el ciclo y regresa la humedad a la tierra por medio de la atmósfera. Este ciclo renueva constantemente el abasto limitado de agua en los continentes y, por tanto, sustenta toda la vida sobre la tierra. Desde un punto de vista humano, los ríos son las principales fuentes de agua para beber, cocinar, bañarse y cultivar en lugares donde las precipitaciones no son suficientes, para generar energía eléctrica y para manufacturar todo tipo de artículos materiales (Postel y Richter, 2003).

El recurso hídrico se encuentra bajo una presión constante debido al aumento de la demanda y a la disminución de la disponibilidad del agua. Es decir, hay una creciente competencia, cada vez más drástica, que genera continuos conflictos. La competencia no sólo se limita a la cantidad; sino también a su calidad, lugar y temporalidad (López y Olazábal, 2007).

La calidad del agua y su importancia han tenido un desarrollo lento. Esto se puede evidenciar ya que hasta finales del siglo XIX no se reconocía que el agua era el origen de cuantiosas enfermedades infecciosas. Actualmente la importancia de la cantidad y calidad del agua está fuera de toda duda. El uso de los recursos naturales provoca un efecto sobre los ecosistemas de donde se extraen y en los ecosistemas donde son utilizados como por ejemplo un mayor suministro de agua significa que se tendrá una mayor carga de aguas servidas (Fiallos y Velasteguí, 2011).

La contaminación del agua se ha convertido en un problema grave. Se estima que cerca del 40% de la población mundial no tiene acceso a servicios de saneamiento adecuados y el mayor impacto lo sufren aquellos países en vías de desarrollo, que descargan cerca del 90% de sus aguas residuales sin ningún tratamiento a los ríos, lagos y zonas costeras, contaminando así sus fuentes de abasto (Olguín, González, Sánchez, Zamora y Owen, 2010).

Los problemas de contaminación causados por el hombre a sus fuentes inmediatas de agua no solo acaban la vida en estos ecosistemas, sino que ponen en peligro su salud y agravan los problemas económicos de la sociedad, al tener que transportar agua desde lugares cada vez más lejanos e invertir en costosos tratamientos de la misma (Roldán y Ramírez, 2008).

Es por eso que la sociedad enfrenta un enorme desafío; un importante acervo de evidencias científicas revela que se ha desembolsado miles de millones de dólares en infraestructura que está acabando con el mundo acuático. La extinción de las especies de agua dulce va en aumento; las funciones de ecosistemas que sustentan toda forma de vida, incluida la provisión de servicios benefician la economía humana, van en descenso; no obstante, la población humana y su consumo de agua siguen creciendo, llevando a niveles exorbitantes la demanda de agua, alimento, energía y bienes materiales (Postel y Richter, 2003).

Mediante esta investigación se pretende evaluar la descarga de desechos contaminantes y la calidad de agua del río Chibunga.

La investigación se encuentra segmentada por capítulos, siendo los siguientes:

En el primer capítulo, consta la problemática, antecedentes de la investigación sobre contaminación de ríos.

El segundo capítulo, marco teórico de la investigación, consta de tres partes: fundamentación conceptual donde se enlista las principales definiciones sobre el tema de investigación; fundamentación teórica donde se presentan los estudios relevantes sobre el tema, y la fundamentación legal, con los aspectos legales que respaldan la investigación.

En el tercer capítulo se describe la metodología, con los tipos de investigación, métodos, población y muestra para la obtención de datos.

El cuarto capítulo incluye los resultados y por último el quinto capítulo con las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I.

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

“La humanidad progresa lentamente, al modo de un río que sigue su propio curso, sin retroceder. El río corre hacia el mar, la humanidad se dirige hacia algo más grande”

Pierre Teilhard de Chardin

1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La presente investigación se realizó en el cuerpo del agua del Río Chibunga que se encuentra localizado en la Provincia de Chimborazo, cantón Riobamba. La provincia de Chimborazo tiene 657.700 hectáreas con una población de 458.581 habitantes a una tasa de crecimiento de 1.42%, según el censo del año 2010, esta es una provincia eminentemente andina, su población es el 38% indígena, con alturas que bordean los 6.300 m. El 66.5% de su población vive en situación de pobreza, el 48.8% de los niños y niñas padece desnutrición y el 10% de la población es analfabeta (Villacís y Carrillo, 2012).

En la provincia el 35.1% se dedica a la agricultura y la ganadería. El riego comunitario ha pasado a constituirse en una necesidad básica para la sobrevivencia de las familias rurales, ya que es el factor que asegura y acelera la productividad (Dávila y Olazával, 2006).

Dentro de la provincia de Chimborazo se encuentra el río Chibunga; el cual tiene una distancia de 5.28 km y sus límites son: al Norte con las comunidades del cantón Riobamba, al Sur con el cantón Chambo, al este con el cantón Riobamba y al Oeste con el cantón Colta.

En el trayecto de su margen izquierdo, se encuentra la ciudadela los Shirys, en sus áreas adyacentes se localizan usos urbanos importantes como: Dirección provincial del M.A.G, Quinta Macají y terminal de Petroecuador. En su margen derecho se encuentra en el barrio El Pedregal.

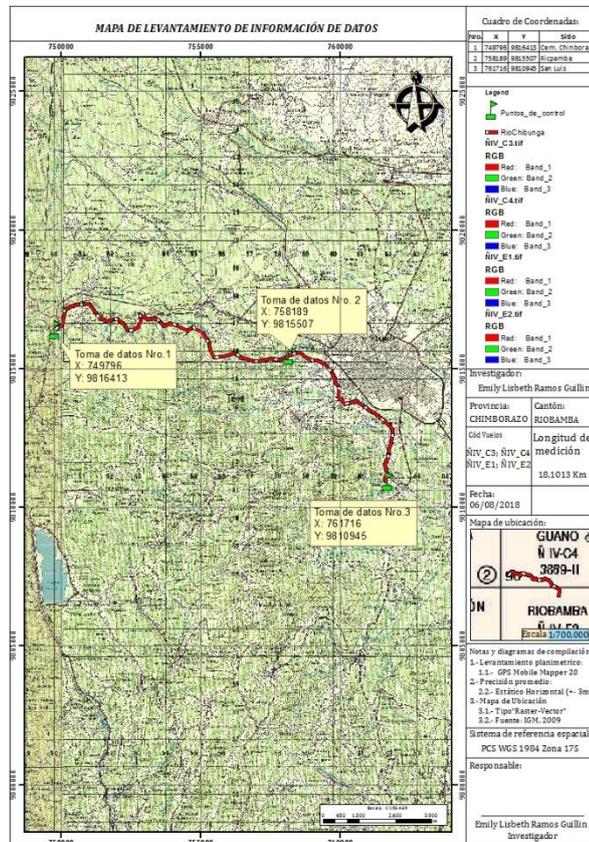


Figura N°1.- Ubicación geográfica del río Chibunga

1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

En la actualidad, la preocupación por el ambiente y la forma de protegerlo cada vez toman mayor fuerza e importancia a nivel mundial, pero a pesar de esta imperiosa necesidad, los diferentes Estados, sean por conveniencias políticas y/o económicas, no logran asumir compromisos sólidos que perduren en el tiempo. En el caso concreto de Ecuador la actual Constitución de la República contiene normas que obligan al Estado a velar por un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Conjuntamente se ha declarado de interés público la preservación y conservación del ambiente, la

biodiversidad e integridad del patrimonio genético del país y la prevención y recuperación del daño ambiental (Fernandez-Vitora, 2010).

En ese sentido, la principal preocupación sociopolítica en la provincia de Chimborazo referente a la gestión de los recursos hídricos considera que existe una contaminación creciente del río Chibunga, por la descarga de los desechos industriales (como la empresa Cemento Chimborazo), la descarga de aguas servidas (López y Olazábal, 2007), la basura y desechos sólidos arrojados por la población, los cuales se mezclan sin tratamiento alguno.

Sus afluentes, en su recorrido en el cantón Colta (parroquia Gatazo) son utilizados para la preparación de suelos y riego de grandes sembríos los cuales son comercializados a nivel nacional. Las grandes inequidades existentes en la distribución del agua de riego, junto con la disminución de los caudales y la baja productividad de la tierra, generan una alta demanda del recurso, por lo que el riego es considerado como “la sangre de la tierra” para los campesinos (Dávila y Olazábal, 2006).

Roberto Erazo, experto en recursos hídricos, dice “los niveles de metales pesados, residuos de hidrocarburos, aceites y grasas superan los índices permisibles a la normativa actual con un alto grado de contaminación” (El telégrafo, 2013).

De acuerdo a lo expuesto por el Ingeniero Hugo Vinuesa, técnico de la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (CESA), considera que los habitantes son la causa principal de la polución debido a que la población arroja sus desperdicios sin ningún impedimento en el río Chibunga (El telégrafo, 2013).

A pesar de esta preocupación, existen limitados estudios para conocer la calidad del agua del río Chibunga. En el año de 1998 se reportó que el índice de calidad de agua fue alrededor de 37, considerada como agua de mala calidad o fuertemente contaminada. En el año 2009 se obtuvo que el agua del río seguía siendo de mala calidad (Torres, 2009).

Sin embargo, en el año 2015, Jaque y Potocí, por medio del método Delphi muestra que la calidad del agua en la microcuenca en estación seca es 76,34 y en estación lluviosa 73,11 que equivale a un índice de calidad de agua bueno.

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Problema General

¿Cuáles son los desechos contaminantes que son vertidos al río Chibunga y su índice de calidad del agua?

1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El río Chibunga en su recorrido atraviesa la ciudad de Riobamba y 25 comunidades cercanas contaminándose en cada sitio habitado. Esto sucede ya que la población, el sector industrial y agropecuario desechan sus desperdicios y aguas servidas sin ningún control, los mismos que por acción del viento y escorrentía son arrastrados hacia los afluentes provocando contaminación del recurso hídrico.

Campo: Ciencias ambientales

Área: Ambiental

Línea de investigación: Evaluación de la calidad del agua, aire y suelo, incluyendo las alternativas de mitigación a los impactos ambientales.

Aspecto: Contaminación del río

Tiempo: Septiembre 2017 – Agosto 2018

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. General

Determinar los desechos contaminantes e índice de calidad de agua del río Chibunga, cantón Riobamba.

1.5.2. Específicos

- Determinar los desechos contaminantes vertidos al río Chibunga.
- Realizar los análisis químicos y microbiológicos que permitan definir la calidad de agua en el río.
- Proponer tratamientos para disminuir los niveles de contaminación del río y las medidas de control pertinentes.

1.6. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, la microcuenca del río Chibunga, como otras microcuencas de la provincia, ha venido deteriorando su calidad del agua provocando la disminución del caudal y a su vez la pérdida de ecosistemas, debido a las prácticas antropogénicas realizadas sin control y a la limitada regulación.

El agua es un recurso ambiental y paisajístico que constituye el mayor patrimonio natural de la ciudad de Riobamba, alrededor del cual existen asentamientos poblacionales dedicados específicamente a labores de agricultura y agropecuario.

A pesar de la importancia de este recurso, el EP EMAPAR ha concentrado sus esfuerzos solo en evitar inundaciones en la ciudad para lo cual cuenta con colectores combinados, es decir que estos colectores están diseñados para recibir las descargas de aguas residuales y de lluvia, otorgando protección y control de caudales de escorrentía que evitan inundaciones en la ciudad. Sin embargo su destino final es el preocupante debido a que no existe tratamiento de aguas residuales, es decir, que las aguas residuales y de lluvia de toda la ciudad están siendo descargados hacia el río Chibunga; razón por la cual es de suma importancia el conocimiento del estado de la calidad del agua de este río.

Con los resultados de la investigación se conocerá y tendrá información confiable sobre la calidad del agua del río Chibunga y además la proposición de tratamientos para la contaminación del río y medidas de control del mismo.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

“El agua de gran calidad es más que el sueño de los conservacionistas, más que un eslogan político; el agua de gran calidad, en su cantidad y adecuado lugar, es esencial para la salud, recreación y crecimiento económico”

Edmund S. Muskie

2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

2.1.1. Impacto ambiental

El impacto ambiental se presenta cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable en el medio o en alguno de sus componentes. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales. El término impacto no implica negatividad ya que éstos pueden ser tanto positivos como negativos (Fernandez-Vitora, 2010).

2.1.2. Limnología

Es el estudio de las relaciones funcionales y de productividad de las comunidades de agua dulce y la manera como las afecta el ambiente físico, químico y biológico (Roldán y Ramírez, 2008).

2.1.3. Ecosistemas acuáticos

El ecosistema es una unidad ecológica de carácter convencional y disipativo en la cual un grupo de organismos interactúan entre sí y con el ambiente. El mantenimiento de los ecosistemas acuáticos depende de un adecuado balance entre el agua que entra a través de la precipitación, la escorrentía, los nacimientos subterráneos, los afloramientos superficiales, las infiltraciones en el terreno y los procesos de evapotranspiración (Roldán y Ramírez, 2008). Los ríos, riachuelos, arroyos y quebradas son ecosistemas acuáticos de aguas corrientes o lólicas, asociados comúnmente a lugares de erosión, transporte y sedimentación de materiales (Roldán y Ramírez, 2008).

2.1.4. Río

Los ríos, son sistemas lóticos, o sistemas fluviales, se definen como corrientes de agua continua y más o menos caudalosa que va a desembocar en otra corriente, en un lago o en el mar. Esta definición reúne una amplia gama de sistemas muy diversos. Desde pequeños arroyos temporales a grandes y caudalosos ríos, y bajo condiciones muy diversas de clima, geología, topografía, vegetación e impactos humanos (Gómez, 2003).

2.1.5. Agua

Es un compuesto formado por moléculas covalentes, en las cuales un átomo de oxígeno (O) comparte dos electrones con dos átomos de hidrógeno (H). Es un líquido organizado y sus moléculas tienen una configuración definida. La asociación de moléculas unidas por puentes de hidrógeno formando agua líquida, hielo o vapor, hace que el agua sea muy versátil (Roldán y Ramírez, 2008).

2.1.6. Calidad de agua

El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso que se le atribuye a este recurso (Agua, 1998).

2.1.7. Índice de calidad del agua

El Índice de Calidad del Agua (ICA) es un instrumento matemático utilizado para integrar y transformar una gran cantidad de valores en un solo número (Olguín *et al.*, 2010).

2.1.8. Aguas residuales

Las aguas residuales son aguas de composición variada; estas son provenientes de las descargas de diferentes tipos como: usos industriales, municipales, comerciales, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general, de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas (Ramalho, Jiménez y Lora, 1996).

2.1.9. Contaminación

La contaminación es la introducción de agentes biológicos, químicos o físicos a un medio al que no pertenecen. Cualquier modificación indeseable de la composición natural de un medio; por ejemplo, agua, aire o alimentos. La contaminación es uno de los problemas más grandes que existen en el planeta y el más peligroso, ya que al destruir la Tierra y su naturaleza original, termina por destruirnos a nosotros mismos. La contaminación es la introducción de agentes biológicos, químicos o físicos a un medio al que no pertenecen. Cualquier modificación indeseable de la composición natural de un medio; por ejemplo, agua, aire o alimentos (Peñaloza, 2012).

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. El agua

El agua es un recurso vital y principalmente primordial para la salud y la supervivencia de la humanidad. El agua se intercambia y moviliza por todo el organismo atendiendo las necesidades fisiológicas, tales como: transporte de sustancias, metabolitos y elementos celulares y la regulación de la temperatura corporal (González, 2003).

2.2.2. El agua superficial

El agua superficial es aquella que al llover no se filtra a la tierra, ya sea porque forma un charco, lago, laguna, entre otros, o porque regresa a la atmósfera (Cárdenas y Cárdenas, 2008).

2.2.3. Clasificación de los ríos

De acuerdo a Gracia y Maza (1997) para facilitar el estudio de la morfología de ríos, se ha clasificado a los mismos desde diferentes puntos de vista:

Según la edad:

- Jóvenes: se encuentran en los cauces de montaña, tienen pendientes altas y sección transversal tipo “V”, son muy irregulares y están en proceso de degradación.
- Maduros: se presentan en valles amplios y tienen pendientes relativamente bajas; la erosión de los márgenes ha reemplazado a la erosión del fondo, son estables y la sección transversal en cada tramo es capaz de transportar la carga de sedimento en todo su recorrido.
- Viejos: se encuentran en valles amplios y planicies cuyo ancho es 15 a 20 veces mayor que el ancho de los meandros, las pendientes son muy bajas y en estos se forman depósitos naturales de sedimentos.

Según su estabilidad:

- Estática: cuando la corriente es capaz de arrastrar sedimentos, pero no puede mover y arrastrar las partículas o los elementos de las orillas.

- Dinámica: cuando las variaciones de la corriente, sedimentos y materiales de las orillas han formado una pendiente y una sección que no cambian apreciablemente año con año.
- Morfológica: cualquier corriente natural no alterada por factores humanos. Por ello un cauce que en forma natural tiene estabilidad estática o dinámica, también la tiene morfológica.

Según su geometría:

- Rectos: ocurre en pequeños tramos y son transitorios ya que con cualquier irregularidad se forman curvas y meandros.
- Sinuoso: La sinuosidad es mayor de 1.2 pero menor de 1.5.
- Con meandros: Son aquellos en que la sinuosidad es mayor que 1.5. Los cauces presentan curvas alternadas unidas por tramos rectos y cortos.
- Trenzados: Aquellos que no presentan un solo cauce, sino se dividen en varios cauces durante su recorrido.
- Con islas: presentan islas en su interior
- En estuario: Presentan en las desembocaduras a los océanos y están influenciados por las mareas.
- En pantano: Son amplios por no existir pendientes, presentan zonas muertas y saturadas por altos niveles freáticos.
- Deltas: Arrastran grandes cantidades de sedimento y desembocan en el mar con mareas reducidas.

Para Roldán y Ramírez (2008) es importante considerar además la cantidad de agua por la que se clasifica en:

- Ríos efímeros: aquellos que sólo llevan agua en episodios de fuertes precipitaciones, mientras que se mantienen secos el resto del tiempo.
- Ríos perennes: aquellos que llevan agua todo el tiempo.

Además Postel y Richter (2003) refieren que es pertinente referir en la clasificación de acuerdo al orden de jerarquía:

- Primer orden: los ríos que no tienen afluentes.
- Segundo orden: se forman al unirse los de primer orden.
- Tercer orden: se forman al unirse los de segundo orden y así sucesivamente.

2.2.4. Contaminación del agua

El agua debe estar en cantidad suficiente y de buena calidad para asegurar su inocuidad (González, 2003). Se considera que el agua está contaminada cuando sus características químicas, físicas, biológicas o su composición se ven alteradas, por lo cual pierde su potabilidad para consumo diario o para su utilización en actividades domésticas, industriales o agrícolas (Romero, Colín, Sánchez y Ortiz, 2009). Cuando se ha contaminado el agua se puede observar cambios en su color y composición, producto de la cantidad de suciedad que llega a ella (desechos de los hogares, detergentes, petróleo, pesticidas y desechos nucleares). Estos desechos alteran su sabor, densidad, pureza, entre otros. Existen diferentes contaminantes del agua. Algunas de ellas son las aguas residuales y los residuos provenientes de las industrias (Peñaloza, 2012).

Su deterioro posibilita el desarrollo de diversas enfermedades, entre las que se destacan: hepatitis, fiebre tifoidea, cólera y enfermedades diarreicas generales. A esta lista podemos agregar las enfermedades causadas por nitratos y nitritos, metales pesados,

plaguicidas y otros compuestos tóxicos, provenientes de la actividad industrial y agrícola (González, 2003).

2.2.5. Fuentes de contaminación

Según Peñaloza (2012) es todo aquello que genera la contaminación y entre ellas encontramos:

- Fuentes puntuales: Son aquellas que son fácilmente identificables, es decir, que conociendo el contaminante que se encuentra en el ambiente y la actividad que lo produce, mediante una investigación se puede determinar quién lo originó.
- Fuentes no puntuales: Son aquellas que difícilmente pueden identificarse y que suelen encontrarse dispersas.
- Fuentes fijas: Son aquellas que se mantienen en un mismo lugar en el espacio, como las industrias.
- Fuentes móviles: Son aquellas que tienen un cierto desplazamiento, como las fuentes móviles.

2.2.6. Contaminantes del agua

Los desechos que contaminan el agua hacen que altere su sabor, densidad, pureza, entre otros. De acuerdo a Escobar (2002) los contaminantes y los procesos que afectan la calidad del agua son:

- Contaminantes orgánicos: se descomponen en el agua y disminuyen el oxígeno disuelto; provienen de fuentes industriales, domésticas y asentamientos humanos.
- Nutrientes: Incluyen principalmente fosfatos y nitratos; provienen de desechos humanos y animales, escorrentía y agrícola.

- Materiales pesados: Se originan alrededor de centros industriales y mineros, actividades militares o lixiviados.
- Contaminación microbiológica: Desechos domésticos no tratados, criaderos de animales.
- Compuestos tóxicos orgánicos: Químicos industriales, dioxinas, plásticos, pesticidas, hidrocarburos y compuestos orgánicos persistentes.
- Químicos traza y compuestos farmacéuticos: Desechos hospitalarios, son sustancias peligrosas no removidas necesariamente por los tratamientos convencionales.
- Partículas suspendidas: Pueden ser orgánicas o inorgánicas y se originan principalmente de prácticas agrícolas y del cambio del uso de la tierra.
- Desechos nucleares: Incluye una gama amplia de radio núcleos utilizados en fines pacíficos.
- Salinización: Se produce por la presencia de sales en los suelos y drenajes inadecuados. También ocurre por afloramiento de agua proveniente de zonas altas donde se riega.
- Acidificación: Está relacionada con un pH bajo del agua dado por la disposición sulfúrica producida por la actividad industrial y por las emisiones urbanas.

2.2.7. Contaminación biológica de las aguas y efectos sobre la salud.

Los cuerpos de agua pueden sufrir contaminación biológica (excrementos humanos y animal) debido a su contacto con aguas residuales domésticas sin tratar. La contaminación fecal puede incorporar microorganismos patógenos, cuya presencia está relacionada con las enfermedades existentes en la población emisora. Todos aquellos

microorganismos que se eliminan por las heces y orina, tienen la probabilidad de llegar al agua en cantidad suficiente como para producir enfermedades (González, 2003).

En general, las infecciones debido al consumo de agua contaminada con organismos de origen fecal se producen cuando ha ocurrido un tiempo corto entre el vertido de los residuos y la ingesta de agua. El agua contaminada puede llegar a un individuo sano susceptible, mediante vía directa o indirecta. Por vía directa, la enfermedad se adquiere por ingestión de agua contaminada, mientras que en forma indirecta la enfermedad se puede producir mediante la ingesta de verduras o frutas crudas que han sido regadas con aguas residuales domésticas (González, 2003).

2.2.8. Contaminación química de las aguas y efectos sobre la salud.

Las aguas residuales generadas por las actividades industriales, agrícolas y domésticas contienen contaminantes químicos que en el momento en que lleguen a los cursos de aguas superficiales o subterráneas pueden afectar tanto la vida acuática como la salud de la población que es abastecida por estos cuerpos de aguas. Por lo general los procesos químicos y bioquímicos naturales tienden a degradar muchas de las sustancias químicas tóxicas vertidas en el medio ambiente. Sin embargo existen otros tóxicos tales como los metales pesados y algunos compuestos orgánicos cuya toxicidad persiste debido a su mayor resistencia (González, 2003).

Muchos de los compuestos tóxicos no biodegradables que se encuentran en muy bajas concentraciones en el medio, pueden ser ingeridos por los organismos vivientes de los diferentes niveles tróficos, depositándose en sus tejidos y entrando en la cadena alimenticia. Esto resulta en un aumento de la concentración de la sustancia contaminantes a medida que es transferido a las especies del nivel trófico superior, lo

que finalmente puede traer consecuencias para la salud de la población (González, 2003).

2.2.9. Contaminación del agua en Riobamba

De acuerdo a Jaque y Potocí, 2015, en el caso de Riobamba las principales causas de contaminación del río Chibunga:

- Arrojo de residuos sólidos domésticos e industriales.
- Descarga de desagües domésticos e industriales.
- Arrojo de aceites usados.

2.2.10. Contaminación del río Chibunga

De acuerdo a un análisis realizado por la ESPOCH en el año de 1994, se reportó que el índice de calidad del agua del río Chibunga localizada en la zona del parque Lineal Chibunga es de 24 a 37; En el año de 1998 se detectó que fue superior a 37 en todo su curso, lo que indica que esta agua se encuentra en mala calidad o fuertemente contaminada (Banda, 2010). En el año 2009 se reporta que los valores oscilan entre 24 y 37 dando como resultado un río de mala calidad (Torres, 2009).

Posteriormente, en el 2014 se obtiene que el ICA promedio de coliformes fecales, grasas y aceites en todo el trayecto de la microcuenca tiene un equivalente a PÉSIMO, la alteración de este parámetro es máxima existiendo una preocupación relevante con los datos obtenidos, superando el límite permisible establecido. Por otro lado, el ICA promedio del río Chibunga es de 74,73 lo que nos indica que tiene una calidad BUENA, los parámetros más alterados son los químicos y microbiológicos (Jaque y Potocí, 2015).

De manera general, los estudios realizados han reportado que el agua del río Chibunga está contaminada por diversas actividades que son desarrolladas por parte de las personas que residen en el lugar de influencia, por propietarios de tierras de cultivo y también por personas que visitan el lugar. La contaminación que recibe del 100% del largo del río, el 25% son por desechos agroquímicos, 20% desechos inorgánicos, 10% desechos orgánicos, 15% pérdida de cardal que es utilizado en regadío de cultivos, 30% por aguas residuales de la ciudad de Riobamba (Banda, 2010).

2.2.11. Calidad de agua

Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar (Agua, 1998).

Las propiedades químicas, físicas y biológicas de los sistemas acuáticos determinan su calidad. A pesar de que no existe un índice nacional estandarizado oficial para el agua, hay parámetros que ayudan a determinar, de acuerdo con su concentración, los límites máximos que debe contener un cuerpo de agua para que no represente un riesgo ambiental y social (Ibarrarán, Mendoza, Pastrana y Manzanilla, 2017).

2.2.12. Metodología para determinar la calidad de agua

En la actualidad existen diferentes metodologías para evaluar la calidad de agua de un cuerpo; la diferencia entre una y otra radica en la forma de calcularse y en los parámetros que se tienen en cuenta en la formulación del índice respectivo (Caho-

Rodríguez y López-Barrera, 2017). Tales como la medición de los parámetros químicos como por ejemplo: oxígeno disuelto, nutrientes, metales, aceites y pesticidas, o a través de estudios particulares de los tejidos de los peces que permiten establecer la presencia de ciertos compuestos claves en éstos; otra forma, es mediante la supervisión de las condiciones físicas tales como la temperatura, caudal, sedimentos y erosión de los bancos y laderas de un río; también se puede evaluar a través de la determinación de parámetros biológicos que midan la cantidad y la variedad de la flora y de la fauna acuática (Rivas y Maldonado, 2011).

Si consideramos que, el agua forma parte de los procesos industriales y agrícolas, y es un elemento indispensable para la vida de los seres vivos, es imprescindible considerar la ejecución de investigaciones, proyectos y programas que analicen la calidad de este recurso para consumo humano, por lo que la aplicación de las diferentes metodologías se convierten en una herramienta estratégica que permiten realizar un monitoreo permanente el cual lleva a: establecer políticas gubernamentales, disminuir el impacto que la actividad humana ejerce sobre los recursos hídricos y proveer agua en condiciones óptimas para la población.

2.2.13. Parámetros para medir la calidad de agua

Nitratos

El nitrato es la forma más oxidada del nitrógeno que se puede encontrar en el agua. Se forman en la descomposición de las sustancias orgánicas nitrogenadas, principalmente proteínas. Cuando las concentraciones sobrepasan los 45 mg/L puede producir una enfermedad en los niños llamada metahemoglobinemia (Sierra, 2016) ya que constituyen compuestos cancerígenos (García, 2013). La contaminación por nitratos

puede producir gracias a la inadecuada disposición final de las aguas residuales o al uso excesivo de fertilizantes. Las consecuencias asociadas a este deterioro del agua pueden influir sobre la salud de la población tanto a corto, mediano como a largo plazo, de aquí nace la necesidad de tomar medidas a fin de disminuir la polución por los mismos (Larios, 2009).

Fosfatos

Los fosfatos son muy importantes en los ecosistemas debido a que funcionan como nutrientes para las plantas, sin embargo cuando existen en abundancia ayudan al crecimiento rápido de plantas y algas limitando el desarrollo de otros microorganismos. Las grandes poblaciones de plantas y algas, en el día, liberan oxígeno en el agua pero durante la noche hacen lo contrario, es decir, consumen oxígeno liberando bióxido de carbono; es por esta razón que el agua experimenta fluctuaciones de pH, y añadiendo a esto, cuando las plantas y algas mueren las bacterias las descomponen utilizando gran parte del oxígeno disuelto (García, 2013).

Coliformes fecales

El control de la calidad sanitaria de los recursos del ambiente puede llevarse a cabo mediante la enumeración de bacterias indicadoras de contaminación fecal. Estas bacterias pueden ser utilizadas para valorar la calidad de los alimentos, sedimentos y aguas destinadas al consumo humano, la agricultura, la industria y la recreación. No existe un indicador universal, por lo que se debe seleccionar el más apropiado para la situación específica en estudio (Larrea, Rojas, Álvarez, Rojas y Heydrich, 2013).

De acuerdo con González existen numerosas limitaciones asociadas con la aplicación de estas bacterias como indicadores, como es su escasa supervivencia en cuerpos de agua y fuentes no fecales, su habilidad para multiplicarse después de su liberación en una columna de agua y debilidad frente a los procesos de desinfección, entre otras (González, Paranhos y Lutterbach, 2010). Por esta razón, se han utilizado como indicadores alternativos las bacterias anaerobias fecales (*Bacteroides* spp., *Bifidobacterium* spp., *Clostridium perfringens*), virus (colifagos) y componentes orgánicos fecales (coprostanol) (Larrea *et al.*, 2013).

Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) se utiliza para determinar la cantidad de oxígeno requerida para biológicamente estabilizar la materia orgánica (Sierra, 2016) también están relacionados con la influencia antropogénica desde el punto de vista de la afectación del agua por la presencia de poblaciones humanas (los cuales producen diariamente desechos líquidos de calidad diferenciable (García, 2013).

Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto ayudar a conocer las condiciones en las que se encuentra un cuerpo de agua. Es la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua y éste es esencial para un río saludable ya que es una de las condiciones más importantes para que exista crecimiento y reproducción de una población normal de peces y otros organismos acuáticos (García, 2013; Sierra, 2016).

Temperatura

De acuerdo a Sierra (2016) la temperatura es posiblemente el parámetro físico más importante del agua. Ya que tiene la habilidad de afectar la viscosidad y la velocidad de las reacciones químicas, interviene en los procesos de tratamiento de agua (coagulación, sedimentación, etc.).

Potencial de hidrógeno

El potencial de hidrógeno (pH) es un parámetro muy importante debido a que varios procesos químicos solo pueden llevarse a cabo a un determinado pH; por ejemplo es necesario un pH ácido para que se presenten los efectos tóxicos de metales pesados como el hierro, aluminio y el mercurio (García, 2013).

Turbidez

La turbidez es un parámetro que mide la pérdida de la transparencia del agua, debido a la presencia de partículas en suspensión. Es decir mientras más sólidos en suspensión exista en el agua, perderá su transparencia, más sucia parecerá dando como resultado una turbidez alta (García, 2013).

Sólidos disueltos totales

Los sólidos son el material suspendido o disuelto en el agua. Los sólidos disueltos son las sales minerales disueltas en el agua las cuales están directamente relacionadas con la conductividad ya que al aumentar los sólidos disueltos tenemos como resultado el aumento de la conductividad (García, 2013).

2.2.14. Índice de calidad de agua

El índice de calidad de agua es una herramienta que no sirve para la evaluación del recurso hídrico. Es una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros definidos que sirven para expresar la calidad del agua; el mismo que puede ser representado de distintas maneras como: un número, un rango de números, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color (Torres, Cruz y Patiño, 2009).

2.2.15. Cálculo del índice de calidad del agua.

Este índice se ha empleado para evaluar integralmente la calidad de diversos cuerpos de agua (ríos, lagos, aguas subterráneas, etc.) basado en el uso de algunos de los parámetros físicos (temperatura, pH, conductividad, sólidos suspendidos totales (SST), sólidos disueltos totales (SDT), turbidez), químicos (nitrógeno amoniacal (N-NH₄⁺), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), calcio, cloruros, demanda química de oxígeno (DQO), oxígeno disuelto (OD), magnesio, nitratos (N-NO₃⁻), nitritos (NNO₂⁻), aceites y grasas, fosfatos (P-PO₄⁻³), sulfatos) y biológicos (coliformes totales y fecales) (Olguín *et al.*, 2010).

Al determinar el índice, se obtiene un valor final entre 0% (agua altamente contaminada) y 100% (agua de muy buena calidad), criterio que tiene como fin facilitar la interpretación de los resultados a los académicos, directivos y políticos responsables de tomar decisiones sobre la calidad y los posibles usos de un determinado cuerpo de agua (Olguín *et al.*, 2010), La fórmula para calcular el ICA es:

$$ICA_m = \prod_{i=1}^n I_i^{W_i} \quad (1)$$

Donde: W_i: peso, es decir, el porcentaje asignado al i-ésimo parámetro

I_i: subíndice del i-ésimo parámetro.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador

La constitución reformada en el 2008, establece artículos de gran importancia para la investigación:

- **Art. 3.-** Son deberes del estado garantizar sin discriminación alguna el efectivo goce de los derechos establecidos en la Constitución y en los instrumentos Internacionales, en particular la educación, la salud, la alimentación, la seguridad social, y el agua para sus habitantes...
- **Art. 12.-** El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye un patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida....
- **Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

- **Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.
- **Art. 66.- Numeral 37:** Se reconoce y garantizará a las personas: El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.
- **Art. 83.- Numeral 6:** Son deberes y responsabilidades de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicio de otros previstos en la Constitución y la ley: Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.
- **Art. 264.- Numeral 4:** Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible: Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.
- **Art. 318.-** El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

- **Art. 396.-** El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.
- **Art. 397.-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control

ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

- **Art. 399.-** El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza.

2.3.2. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

Art. 245.- La Autoridad Ambiental Nacional fomentará la investigación, la innovación y el desarrollo en el campo de diversas tecnologías, tanto a través de la cooperación nacional como internacional, para la aplicación de tecnologías limpias, económicamente viables y socialmente aceptables.

2.3.3. Plan Nacional del Buen Vivir 2013 - 2017

Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global.

- Garantizar la bioseguridad precautelando la salud de las personas, de otros seres vivos y de la naturaleza.

- Gestionar de manera sustentable y participativa el patrimonio hídrico, con enfoque de cuencas y caudales ecológicos para asegurar el derecho humano al agua.

2.3.4. Ley de Aguas, Codificación

Art. 2.- Las aguas de ríos, lagos, lagunas, manantiales que nacen y mueren en una misma heredad, nevados, caídas naturales y otras fuentes, y las subterráneas, afloradas o no, son bienes nacionales de uso público, están fuera del comercio y su dominio es inalienable e imprescriptible; no son susceptibles de posesión, accesión o cualquier otro modo de apropiación. No hay ni se reconoce derechos de dominio adquiridos sobre ellas y los preexistentes sólo se limitan a su uso en cuanto sea eficiente y de acuerdo con esta Ley.

Art. 22.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna. El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición. Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua. La denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

“Nunca reconoceremos el valor del agua, hasta que el pozo esté seco”.

Thomas Fuller

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio se basó en diferentes tipos de investigación, de acuerdo a las características del objeto y forma de estudio, entre estas están:

Investigación aplicada

La investigación aplicada persigue un fin directo e inmediato. Se determinaron los desechos contaminantes vertidos al río Chibunga y se realizaron los análisis químicos y microbiológicos respectivos que permitan definir la calidad del agua en el río.

Investigación transversal

Por la temporalidad corresponde a una investigación transversal ya que apunta a un momento y tiempo definido.

Investigación cuantitativa

Se recolectaron datos físicos y químicos de la calidad del agua, durante el periodo que duró la investigación para probar la hipótesis planteada, con base a una relación numérica.

Investigación mixta campo y laboratorio

Según el lugar, el estudio corresponde a una investigación mixta debido a que la obtención de datos se realizó *in situ*, el análisis de los parámetros en el laboratorio LABCESTTA y, el índice de calidad del agua en oficina.

3.2. MÉTODOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

Método experimental

Se utilizó el método empírico por lo que se crea las condiciones necesarias en la investigación.

Método analítico

El método analítico permitió realizar el análisis de los parámetros que determinan la calidad de agua.

3.3. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del trabajo investigativo se estableció seis etapas, según se indica en el diagrama de flujo de procesos (Figura N°2).

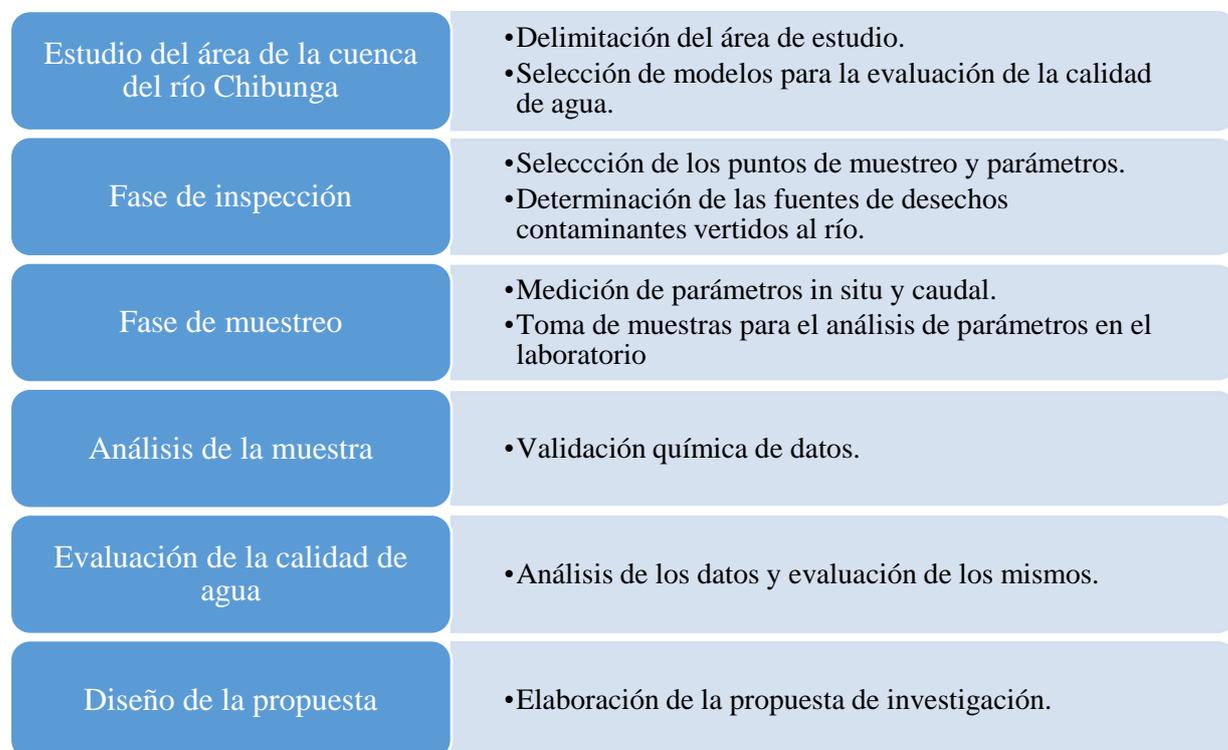


Figura N°2.- Diagrama de flujo de procesos.

3.3.1. Determinación de los desechos contaminantes vertidos al río Chibunga.

Se realizó un recorrido por las inmediaciones del río Chibunga y se registró en una base de datos las observaciones realizadas referente a las diferentes fuentes de desechos contaminantes que son vertidos al río, para lo cual se consideró algunos aspectos de relevancia como: la actividad agrícola y ganadera, presencia de animales en el margen del río, crecimiento de los asentamientos humanos y la descarga de desechos contaminantes urbano. Esta información permitió definir los tipos de contaminantes y los efectos que causan en la flora y fauna de este recurso hídrico, así como, a la salud de la población que se encuentra en sus alrededores río abajo.

3.3.2. Análisis químicos y microbiológicos de la calidad de agua en el río.

Para el análisis químico y microbiológico de la calidad de agua en el río Chibunga, se estableció las siguientes consideraciones: a) ubicación de las instalaciones de monitoreo, b) análisis físico, químico y microbiológico, c) calidad del agua, d) índice de calidad del agua (ICA), e) asignación del uso del agua y d) medición y cálculo del caudal.

a) Ubicación de las instalaciones de monitoreo.

El río Chibunga se encuentra localizado en el cantón Riobamba de la provincia Chimborazo. Mantiene una temperatura promedio de 14 °C con una altura de 4995 msnm y una precipitación de 561 mm.

Se realizó un recorrido por las inmediaciones del río y se ubicaron las estaciones de monitoreo (Anexo N°3) para la toma de muestras de agua, las cuales fueron georeferenciadas (Tabla N° 1). El punto 1 se encuentra aguas arriba de la empresa

Cemento Chimborazo, el punto 2 está localizado el Parque Lineal Ricpamba y, el punto 3 se encuentra en el sector San Luis.

Tabla N° 1. Ubicación de las estaciones muestreadas.

Punto	Nombre del sector	Latitud	Longitud
1	Puente Cemento Chimborazo	-1.6596816296375587	-78.75486917066046
2	Ricpamba	-1.6677930037836657	-78.67938181613837
3	San Luis	-1.708939398721983	-78.64766718628378



Figura N°3. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

b) Análisis físico, químico y microbiológico

La selección de los puntos de muestreo se fundamentó en los criterios de accesibilidad, representatividad y seguridad.

- **Accesibilidad.** El punto de muestreo debe estar en un lugar fácilmente accesible con las vías de acceso vehicular y peatonal que sean necesarias, de tal manera que faciliten obtener las muestras y transportar la carga que implican los equipos y materiales de muestreo.

- Representatividad. el punto de recolección de las muestras debe ser lo más representativo posible de las características totales del cuerpo de agua, esto significa que el cuerpo de agua debe estar mezclado totalmente en el lugar de muestreo, relacionado específicamente con la turbulencia, velocidad y apariencia física del mismo, adquiriendo que la muestra sea lo más homogénea posible.
- Seguridad. el punto de muestreo, sus alrededores y las condiciones meteorológicas deben garantizar la seguridad de las personas responsables del muestreo, minimizando los riesgos de accidentes y de lesiones personales, es por esto que es recomendable tomar siempre todas las precauciones y utilizar los equipos de seguridad y de protección personal necesarios. En los ríos se debe prestar especial atención a posibles crecientes, deslizamientos o arrastre de objetos sólidos grandes hacia la corriente.

La toma de muestras se realizó en los tres puntos de muestreo. El monitoreo se ejecutó en las fechas: 23/05/2018, 28/05/2018 y 01/06/2018. Se tomaron muestras puntuales en cada estación, de acuerdo a las normas vigentes en el Ecuador: NTE INEN 2169:98 y NTE INEN 2176:98, según se indica a continuación:

- Normas Técnicas Ecuatorianas: NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.
- Normas Técnicas Ecuatorianas: NTE INEN 2176:98 para la calidad de agua, técnicas de muestreo.

La selección de toma de muestras puntuales se fundamentó en las referencias bibliográficas revisadas, las cuales refieren que este tipo de muestras son esenciales cuando

el objetivo del programa de muestreo es estimar si la calidad del agua cumple con los límites o se aparta del promedio de calidad.

El proceso de toma de las muestras de agua se fundamentó, de acuerdo a las especificaciones técnicas del laboratorio “LABCESTTA” el cual es debidamente acreditado. Los resultados del análisis realizado constan en el anexo N°2.

Toma de muestras para el análisis físico.

La toma de muestras para el análisis de temperatura se realizó *in situ*, de acuerdo a lo que establece la norma NTE INEN 2176:98. La información colectada se registró para su posterior análisis, elaboración de resultados, discusión y elaboración de las respectivas conclusiones y recomendaciones.

Toma de muestras para el análisis químico.

La toma de muestras para el análisis químico, se fundamentó de acuerdo a las normas establecidas por el laboratorio LABCESTTA. Se colectó 1000 ml de agua en frascos esterilizados, los cuales fueron rotulados en relación al punto de monitoreo correspondiente (procedencia exacta donde se tomó la muestra; día, mes y hora exacta del envasado; y hora de llegada al laboratorio) y se mantuvieron a baja temperatura (4° C), a fin de facilitar su transporte y manipulación hasta el laboratorio y que no se produzcan alteraciones significativas en su composición (multiplicación de bacterias y gérmenes) antes de los análisis correspondientes, ni pérdida de las muestras.

Toma de muestras para el análisis microbiológico.

Para los análisis microbiológicos (coliformes fecales y totales) se utilizó la norma NTE INEN 1105:1983 la cual mantiene las siguientes consideraciones:

- El volumen de la muestra debe ser suficiente para realizar todos los ensayos que se requieren, de preferencia no menor de 100 cm³ (se tomó 250 ml).
- No destapar el frasco de muestra sino hasta el momento del muestreo. Quitar el tapón con todo cuidado para evitar que se ensucie; durante el muestreo no tocar el interior, el tapón ni la boca del frasco; debiéndose protegerlos de la contaminación. Tomar el frasco cerca de su base y la muestra sin enjuagar, volviendo a taponarlo inmediatamente.
- Cuando se toma la muestra, dejar un espacio de aire en el frasco, para facilitar el mezclado de la muestra por agitación, como paso previo al examen.
- En muestreos directos de ríos, arroyos, lagos, reservorios, manantiales o pozos poco profundos, el propósito debe ser obtener una muestra representativa, tomada a una profundidad conveniente. No es recomendable captar las muestras demasiado cerca de las márgenes. La localización de los sitios y la frecuencia del muestreo son factores críticos para obtener información real sobre la población bacteriana en cualquier cuerpo de agua. Una toma simple o sin un plan de muestreo, de un río, arroyo o lago, puede recolectarse a menudo para satisfacer requerimientos u obtener datos de control. La muestra debe tomarse cerca de la superficie. Las muestras de ríos, arroyos, lagos o reservorios, pueden tomarse asiendo con la mano el frasco, cerca de su base, y sumergiéndolo abajo de la superficie, con la boca hacia abajo. En este momento, se invierte el frasco para que la boca quede ligeramente hacia arriba y

en sentido opuesto a la corriente; si no existe corriente como en los reservorios, crearla artificialmente empujando el frasco en dirección opuesta a la de la mano. Si no es posible la recolección de muestras en estas condiciones, se puede fijar un lastre a la base del frasco, al que se hace descender en el agua. En cualquier caso, procurar no alterar las márgenes y el lecho; pues, en otra forma, se ensucia el agua.

c) Calidad del Agua

Los resultados de los análisis (físico, químico y microbiológicos) obtenidos en esta investigación, se compararon con los valores de referencia establecidos en la normativa nacional 1108 (INEN, 1998), Acuerdo ministerial N° 097 (TULSMA, 2015) y la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006), las cuales refieren el criterio de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico.

d) Índice de Calidad del Agua (ICA).

Para calcular el ICA se utiliza la ecuación del promedio geométrico ponderado, índice de Brown. Los parámetros utilizados en este modelo son: porcentaje de oxígeno disuelto (%O), fosfatos (mg/l), nitratos (mg/l), pH, turbiedad (NTU), sólidos totales disueltos (mg/l), variación de la temperatura (°C), coliformes fecales (NMP/100 ml) y demanda bioquímica de oxígeno (mg/l) (Torres *et al.*, 2009) (Fórmula N°1).

Tabla N° 2. Parámetros de análisis y coeficientes de ponderación

Parámetros	Métodos de análisis	Unidad	Importancia relativa Peso (W)
Potencial de hidrógeno (pH)	PEE/CESTTA/05 Standard Methods 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	0.11
Turbiedad	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	0.08

Temperatura	PEE/CESTTA/04 Standard Methods No 2550 B	°C	0.10
Sólidos disueltos totales (SDT)	PEE/CESTTA/13 Standard Methods No 2540 D	mg/L	0.07
Fosfatos (PO ₄ ⁻³)	PEE/CESTTA/43 Standard Methods No 4500-P B5/ 4500-PC	mg/L	0.10
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No 5210B	mg/L	0.11
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/230 Standard Methods No 9221E/ 9221C	NMP/100m L	0.16
Nitratos (NO ₃ ⁻¹)	PEE/CESTTA/16 Standard Methods No 4500-NO ₃ -	mg/L	0.10
Oxígeno disuelto (OD)	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No 4500-OG	mg/L	0.17

Tomado de: Torres, Cruz y Patiño, 2009.

El análisis del ICA del río Chibunga se realizó considerando la normativa del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (Tabla No. 3), el Índice de Calidad de Agua (ICA) propuesto por Brown (Tabla No. 4), y la normativa ICA-NSF (Tabla No. 5).

Tabla N°3. Rango de clasificación del ICA según criterio general

CRITERIO GENERAL	ICA
No contaminado:	85 – 100
Aceptable:	70 - 84
Poco contaminado:	50 - 69
Contaminado:	30 - 49
Altamente contaminado:	0 - 29

Tomado de: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, “Índice de Calidad de Agua,” México.

Tabla N°4. Índice de Calidad de Agua (ICA) propuesto por Brown

CRITERIO GENERAL	ICA
EXCELENTE	91 – 100
BUENA	71 - 90
REGULAR	51 - 70
MALA	26 - 50
PÉSIMA	0 - 25

Tomado de: Zavaleta de Amaya, 2015 y Lobos, 2002.

Tabla N°5. Escala de clasificación del ICA-NSF

Rango	Escala de color
Excelente: 91 -100	Azul
Buena: 71 - 90	Verde
Media: 51 - 70	Amarillo
Mala: 26 - 50	Naranja
Muy Mala: 0 - 25	Rojo

Tomado de: Samboni, Carvajal y Escobar, 2007

e) Asignación del uso del agua

La asignación del uso del agua se fundamentó en los criterios generales establecidos en la escala de clasificación del Índice de Calidad de Agua establecidos por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, “Índice de Calidad de Agua,” México.

Tabla N° 6. Clasificación del ICA según criterio general.

ICA	Criterio general	Abastecimiento público	Recreación	Pesca y vida acuática	Industrial y acuática
100		No requiere purificación			No requiere purificación
90	No contaminado	Ligera purificación	Aceptable para cualquier deporte acuático	Aceptable para todos los organismos	Ligera purificación para algunos procesos
80	Aceptable	Mayor necesidad de tratamiento	Aceptable no recomendable	Aceptable excepto especies muy sensibles	Sin tratamiento para industria normal
70	Poco contaminado	Dudoso	Dudoso para contacto directo	Solo organismos muy resistentes	Tratamiento en la mayor parte de la industria
60	Contaminado		Sin contacto con el agua		
50	Altamente contaminado	No	Señal de contaminación	No	Uso muy restringido
40		Aceptable	No	aceptable	No
30			aceptable		Aceptable

f) Medición y cálculo del caudal.

El río Chibunga mantiene caudales menores a $4\text{m}^3/\text{s}$, por lo que se definió utilizar el método de flotador, el cual consiste en medir el tiempo que recorre un cuerpo flotante en una determinada distancia, a través de un cuerpo de agua de sección y altura; pudiendo emplearse como flotador, un pequeño pedazo de madera, corcho, o una pequeña botella lastrada. Se consideró realizar tres mediciones del caudal cada cinco días durante el mes de mayo e inicios de junio del 2018. Se registrarán datos de Distancia d , (m), profundidad h , (m) y ancho a , (m).

Los valores de velocidad obtenidos por este método son aproximados, por lo tanto, requieren ser reajustados por medio de factores empíricos de corrección. Se realizaron varias mediciones para tener un resultado con mínimos errores.

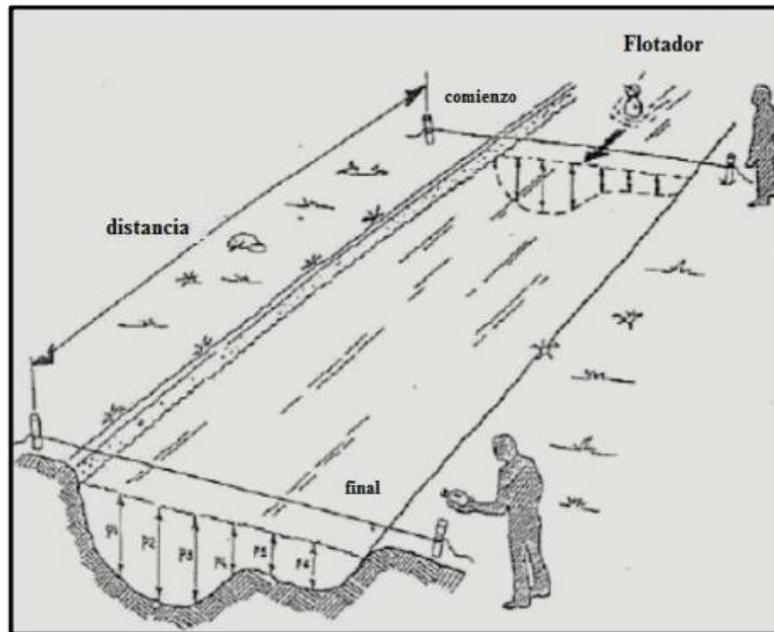


Figura N°4.- Método del flotador

a) Cálculo modelo tiempo promedio para el caudal por el método del flotador

$$tm = \sum ti / n \quad (2)$$

b) Cálculo modelo velocidad por el método del flotador

$$V' = \frac{d}{tm} \quad (3)$$

c) Cálculo modelo del área por el método del flotador

$$A = a * h \quad (4)$$

d) Corrección modelo de la velocidad por el método del flotador

$$V = V' * C \quad (5)$$

Para ello, se consideró los factores de corrección de velocidad enunciados en la tabla N°

7.

Tabla N° 7. Factores de corrección de velocidad

Tipos de arroyo	Factor de conversión de velocidad	Precisión
Canal rectangular con lados y lechos lisos	0,85	Buena
Río profundo y lento	0,75	Razonable
Arroyo pequeño de lecho parejo y liso	0,65	Mala
Arroyo rápido y turbulento	0,45	Muy mala
Arroyo muy poco profundo, de lecho rocoso	0,25	Muy mala

e) Cálculo modelo del caudal por el método del flotador

$$Q = A * V \quad (6)$$

3.3.3. Técnicas de investigación

Se utilizó las técnicas de observación porque consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis y determinación de los desechos contaminantes vertidos en el río.

3.3.3. Instrumentos de la investigación

Se utilizó como instrumentos de investigación equipos y materiales de campo, tales como:

- Nevera (Cooler) con bolsas refrigerantes.
- Envases para tomar las muestras de agua.
- Cuaderno de campo.
- Lápiz.
- Cámara fotográfica.
- Termómetro.
- GPS.
- Computadora.
- Impresora.

3.4. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO

La elaboración del marco teórico mantiene información relacionada al tema de investigación.

3.5. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de la información se realizó a partir de fuentes primarias y secundarias. Las primarias corresponden a las experiencias de campo y los resultados de los análisis de laboratorio. Las secundarias corresponden a libros, revistas científicas, artículos, documentos oficiales de instituciones públicas, páginas web, entre otros.

3.6. PROCESAMIENTO DE DATOS

La información obtenida se analizó en relación a los límites máximos permisibles establecidas en las normas INEN, TULSMA y OMS, el cual permitió determinar los parámetros que mantienen rangos aceptables que permiten el uso del agua del río Chibunga para consumo humano.

Los valores del ICA se calcularon mediante fórmulas y el programa IQADATA. El análisis se realizó de acuerdo a los criterios establecidos en las Normas NSF, método de Brown y al Instituto Mexicano Tecnológico de Agua.

CAPITULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

“El agua se ha convertido en un recurso muypreciado. Hay lugares en los que un barril de agua cuesta más que un barril de petróleo”

Lloyd Axworthy

4.1. DESECHOS CONTAMINANTES VERTIDOS AL RÍO CHIBUNGA.

Se ha determinado diferentes factores de contaminación del río “Chibunga”, las cuales generan la grave problemática de la calidad de agua con sus consecuentes afectaciones a la población, según se indica en la siguiente tabla:

Tabla N° 8. Factores contaminantes del río Chibunga

Factores	Puente Cemento Chimborazo	Ricpamba	San Luis
Asentamientos humanos	X	X	X
Actividad agrícola y ganadera			X
Animales en el margen del río			X
Basura en el margen del río	X	X	X
Presencia de industrias	X		
Descarga de canales de riego		X	X
Carreteras laterales al río	X		

- a) En el puente Cemento Chimborazo (P1) se observa asentamientos humanos los cuales, junto con los trabajadores de la Empresa Cemento, generan basura. Además, existe una vía improvisada a un lado del río, la cual permite el paso de vehículos (volquetas) que trasladan materia prima y productos con valor agregado de la empresa, cuya movilización no se realiza con las precauciones necesarias, por lo cual, durante su recorrido liberan partículas de desechos contaminantes al aire, los cuales por acción del viento y peso molecular son arrastrados hasta el río Chibunga.
- b) En Ricpamba (P2) se observa la presencia de asentamientos humanos, basura en el margen del río y la descarga del agua de canal de riego de “El Batán”, la misma que ha sido utilizada con fines agrícolas. La información bibliográfica refiere que este tipo de aguas contiene plaguicidas agrícolas los cuales pueden causar numerosos problemas de salud, y se considera que han provocado una disfunción generalizada de los ecosistemas.

c) En San Luis (P3) se observó a los lados del río la presencia de ganado vacuno y basura desalojada por la comunidad, lo cual conlleva a que el agua de este río sea alimentado por heces fecales y, material plástico, madera, hierro, restos agrícolas y alimenticios en estado de putrefacción, los cuales deterioran la calidad del agua y limitan su uso para diferentes fines.

4.2. ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Al realizar el análisis comparativo de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua se obtuvieron los resultados que se encuentran en la tabla N° 9. En el cual se ha considerado los criterios de calidad de agua para consumo humano establecido por el TULSMA, INEN y OMS.

Tabla N° 9. Criterios de calidad del agua para consumo humano

	UNIDADES	CRITERIOS			Puente Cemento Chimborazo			Ricapamba			San Luis		
		INEN	TULSMA	OMS	23/05/208	28/05/208	02/06/208	23/05/208	28/05/208	02/06/208	23/05/208	28/05/208	02/06/208
Potencial de hidrogeno	pH	-	6-9	6,5-9,2	8,54	6,99	8,05	8,61	7,07	8,2	8,05	7,11	7,85
Turbidez	UNT	5	100	5	5,11	99,5	2,61	26,2	>200	4,32	4,7	181	35,3
Solidos disueltos totales	mg/L	-	-	1000	192	182	204	186	166	208	218	196	271
Fosfatos	mg/L	-	-	1	<1,7	5,48	5,03	<1,7	6,34	5,35	<1,7	5,43	8,56
Nitratos	mg/L	50	50	50	<2,3	4,37	<2,3	<2,3	6,41	2,42	<2,3	4,52	<2,3
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	mg/L	-	<2	-	8	20	4	15	10	5	20	30	40
Coliformes fecales	NMP/100 ml	<1,1	1000	-	9400	8400	5300	22000	5800	15000	160000	210000	92000
Oxígeno disuelto	mg/L	-	-	5	6,5	6,7	6,8	6,7	5,7	6,6	3,1	1,9	2,5
Temperatura agua	°C	-	-	-	11	13	12,5	11,5	14	13	12,4	15,2	15
Caudal	m3/s				3,27			3,16			3,29		

Potencial de hidrógeno (pH)

En la figura N°5 se observa que el pH tiene valores de 6.99 a 8,61, notándose que en la fecha 2 (28/05/2018) se mantiene un pH neutro (6,99) en el puente Cemento Chimborazo y, en los otros lugares Ricpamba y San Luis presentan niveles superiores a siete. En los tres puntos estudiados se visibiliza valores superiores a 8 en el 23/05/2018 y el 01/06/2018. Los resultados refieren que el agua del río “Chibunga” mantiene nivel básico.

Si se considera que el valor del pH se expresa en forma logarítmica, un pH de 6.0 es 10 veces más ácido que un pH de 7.00 y, un pH de 5 es 100 veces más ácido que un pH de 7.0. El efecto del pH tiene efectos en muchas fases del tratamiento de aguas, tales como: coagulación, cloración y ablandamiento del agua.

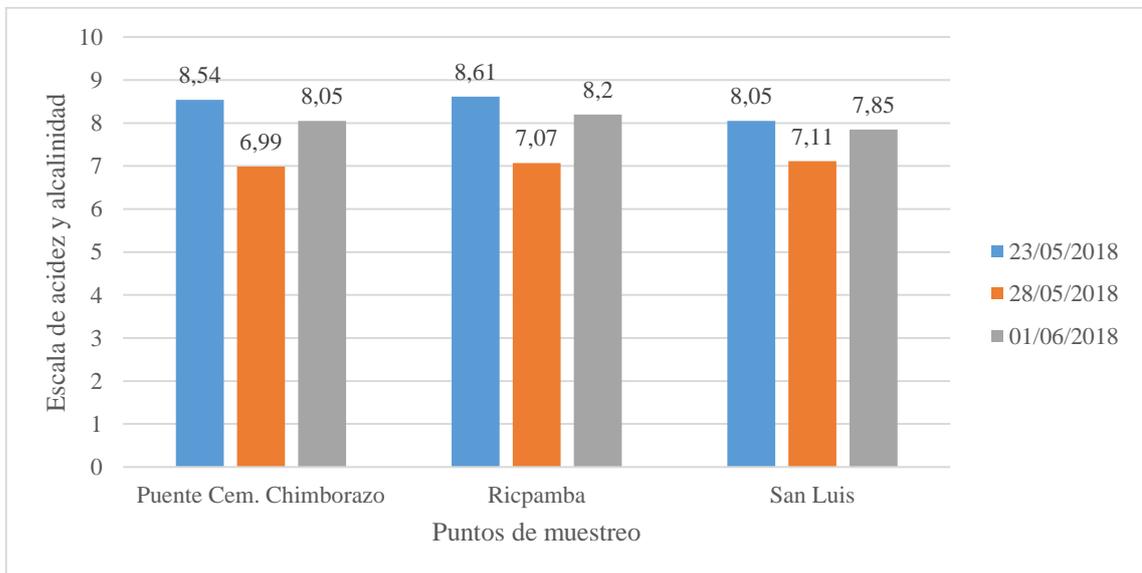


Figura N° 5.- Valores de pH del río Chibunga

En la tabla N° 9 se demuestra que el potencial de hidrógeno se encuentra dentro del rango de aceptabilidad para los criterios utilizados (INEN, TULSMA, OMS); estos presentan un pH ácido el cual puede ser producido por la presencia del CO₂.

El CO₂ es un componente normal de las aguas naturales por lo cual no tiene efectos conocidos sobre la salud; este entra al agua por absorción de la atmósfera o por descomposición biológica de la materia orgánica (Sierra, 2016). Según estudios de Bueno-Zabala, Torres-Lozada y Delgado-Cabrera, 2014, el 80 % de la población tiene como fuente de abastecimiento el agua cruda del río razón por la cual el ajuste del pH es uno de los aspectos más críticos del sistema de abastecimiento de agua potable.

Temperatura

En la figura N°6 se observa que la temperatura del agua del río Chibunga va desde los 11 a los 15.2 °C, resaltando que las temperaturas más altas se encuentran en San Luis y las más bajas en el puente Cemento Chimborazo. Sin embargo todas las temperaturas se encuentran dentro del límite máximo permisible.

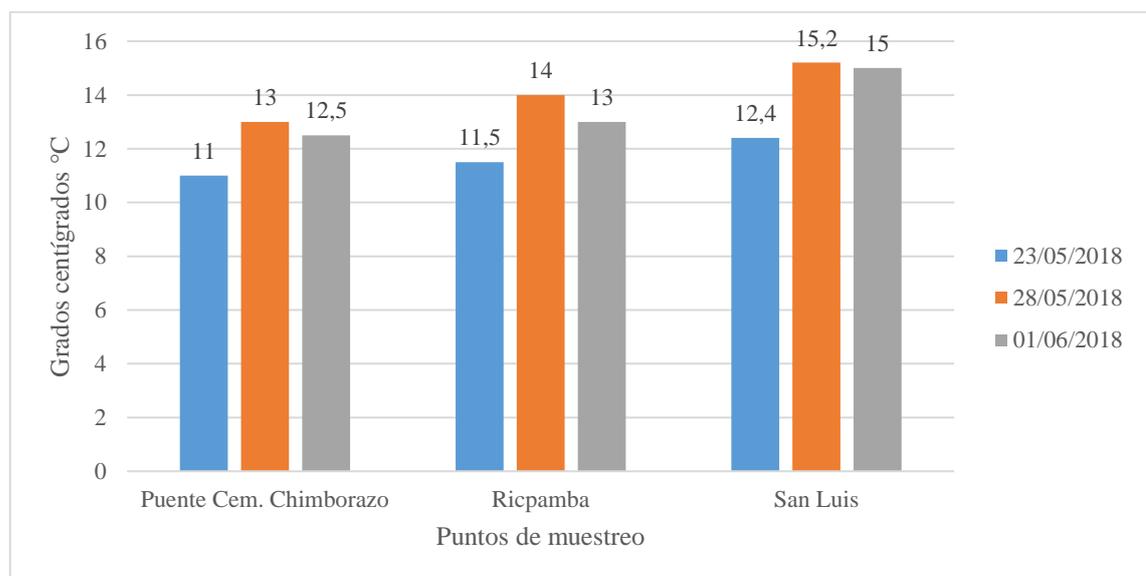


Figura N° 6.- Valores de temperatura del río Chibunga

La temperatura tiene una relación directa con los factores que determinan la calidad del agua tales como: DBO y oxígeno disuelto el cual influye en la supervivencia de algunas especies importantes para los ecosistemas acuáticos (García, 2013). Como se puede observar en San Luis en las tres fechas la temperatura es la más baja, hay menor oxígeno disuelto y mayor sólidos disueltos totales, coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno (5 días).

Turbidez

En la figura N°7 se puede observar que en el 28/05/2018 los valores de los tres puntos oscilan entre 99.5-200 UNT; los cuales son superiores a los límites permisibles para los criterios: INEN, TULSMA y OMS. En las otras fechas los valores se encuentran dentro del límite permisible de acuerdo al TULSMA.

Según Sierra (2016) la presencia de mucha turbidez se puede producir por una variedad de situaciones donde las más importantes son la erosión natural de las cuencas la cual aporta sedimentos a los cauces de los ríos (origen inorgánico) y la contaminación causada por la industria o por desechos domésticos (origen orgánico).

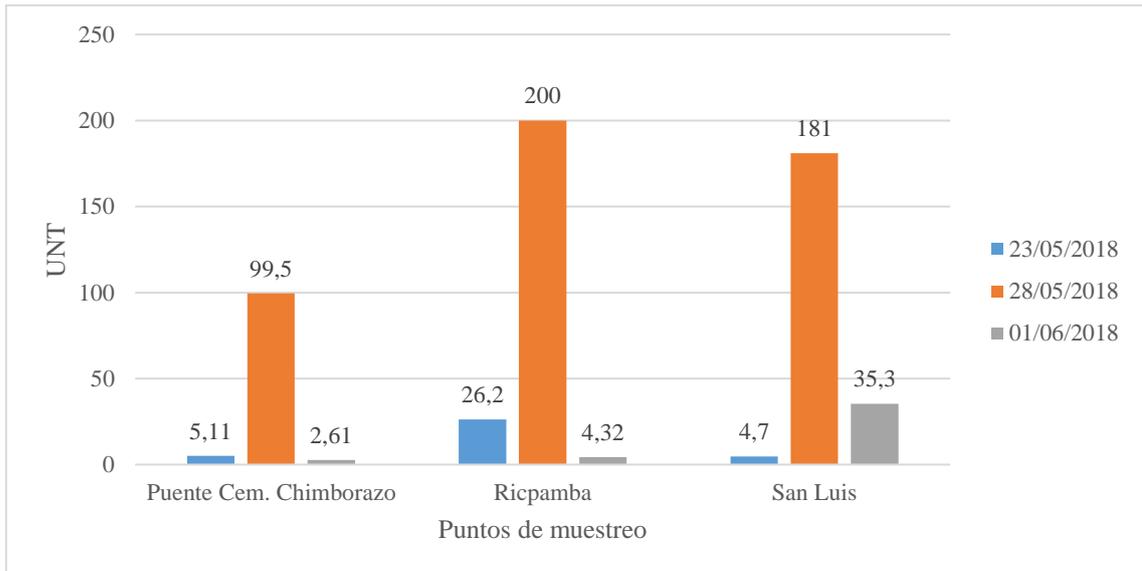


Figura N° 7. Valores de turbidez del río Chibunga

Sólidos disueltos

En la figura N°8 se puede observar que los valores de los sólidos disueltos totales van en un rango de 192 – 271 mg/L. El 28/05/2018 mantiene los valores más bajos (182-196 mg/L). Se observa, que el sector San Luis presenta los valores más altos (196-271 mg/L) en las tres fechas de estudio; sin embargo todos los valores se encuentran dentro de los límites permisibles de acuerdo al criterio de la OMS.

Es pertinente considerar que el total de sólidos disueltos en el agua procede de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentías urbanas y desechos industriales.

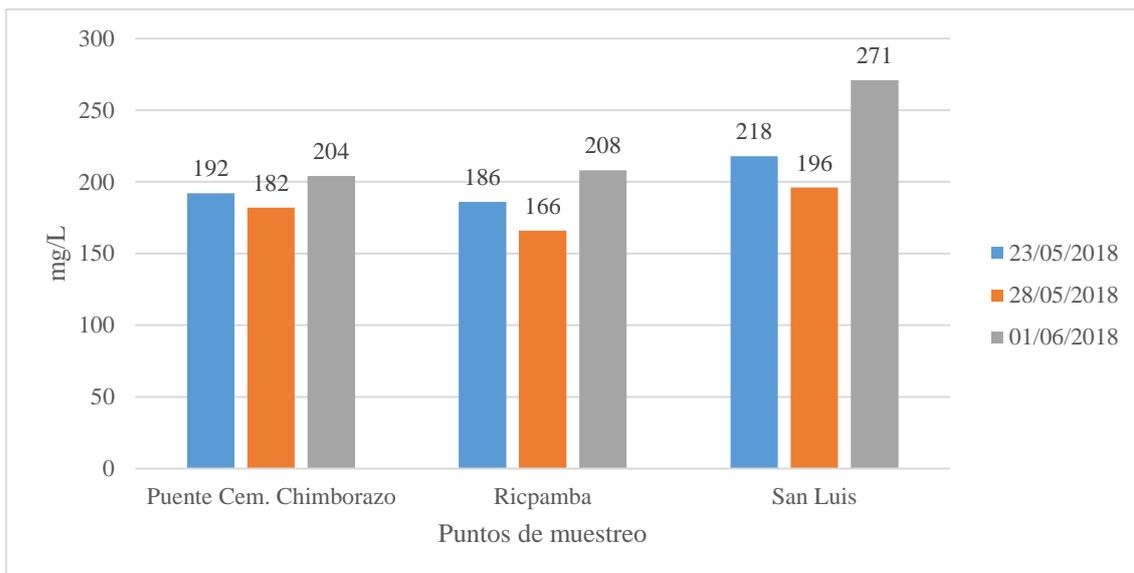


Figura N° 8.- Valores de sólidos disueltos del río Chibunga

Fosfatos

En la figura N° 9 se observa los valores de fosfatos van desde 1.7 a 8.56 mg/L los cuales sobrepasan el límite máximo permisible de acuerdo a la OMS (1 mg/L).

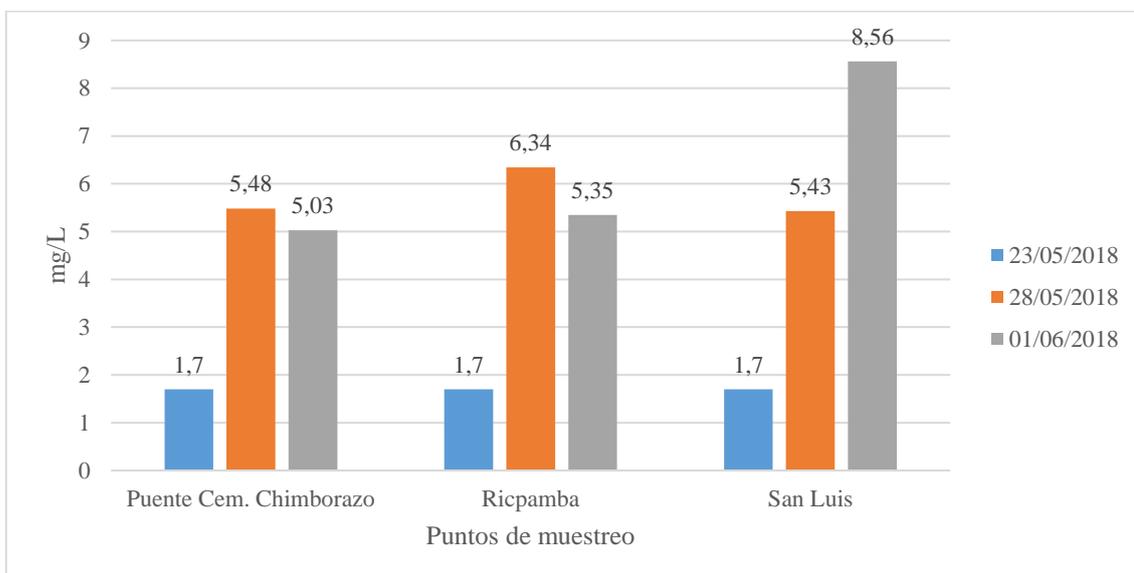


Figura N° 9.- Valores de fosfatos del río Chibunga

Los fosfatos funcionan como nutrientes para las plantas sin embargo cuando hay abundancia de los mismos favorecen a un rápido crecimiento de plantas y algas. Si el crecimiento aumenta el agua se pone turbia, lo cual limita el desarrollo de otros microorganismos. Los fosfatos se encuentran en los fertilizantes químicos y los detergentes (García, 2013); los cuales pueden llegar a agua con el escurrimiento agrícola y las descargas de aguas servidas que se las hace sin ningún tipo de tratamiento al río Chibunga. Además, el incremento de fosfatos en las personas puede causar problemas de salud, como es daño a los riñones y osteoporosis

Nitratos

En la figura N° 10 se puede observar que los valores de nitratos van desde 2.3 a 6.41 mg/L. Los resultados obtenidos el 28/05/2018 reportan valores de 4.37-6.41 mg/L, los cuales son los más altos, sin embargo, todos los valores obtenidos en las tres fechas y los tres puntos de estudio se encuentran debajo de los límites permisibles en los tres criterios de calidad considerados.

La información obtenida permite considerar que el agua del río no presenta contaminación con fertilizantes nitrogenados.

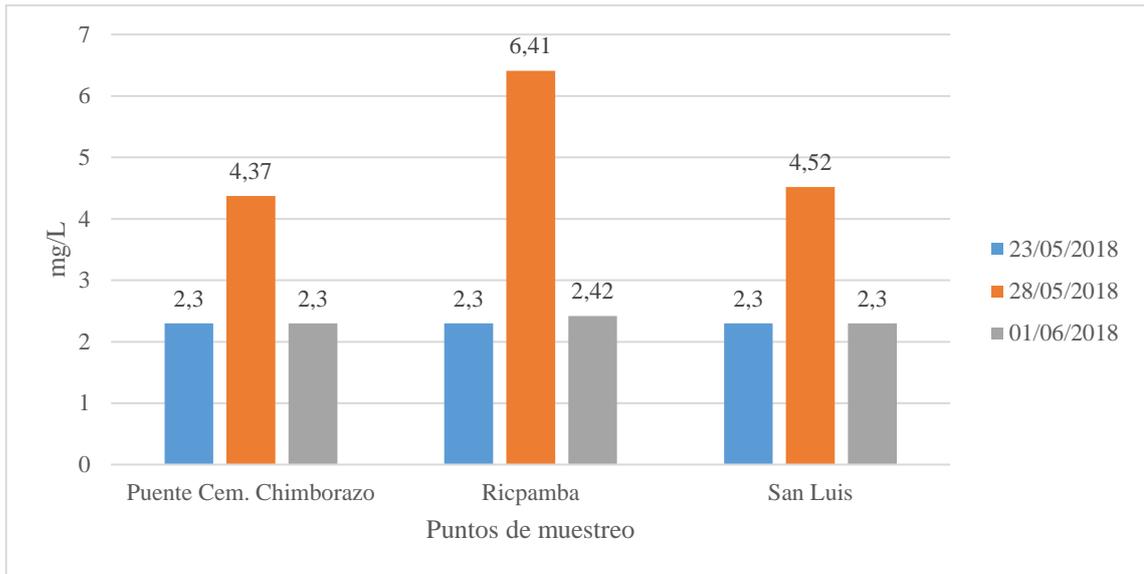


Figura N° 10.- Valores de nitratos del río Chibunga

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)

Los análisis de DBO₅ detectaron que todas las muestras presentan niveles superiores al valor establecido en el TULSMA.

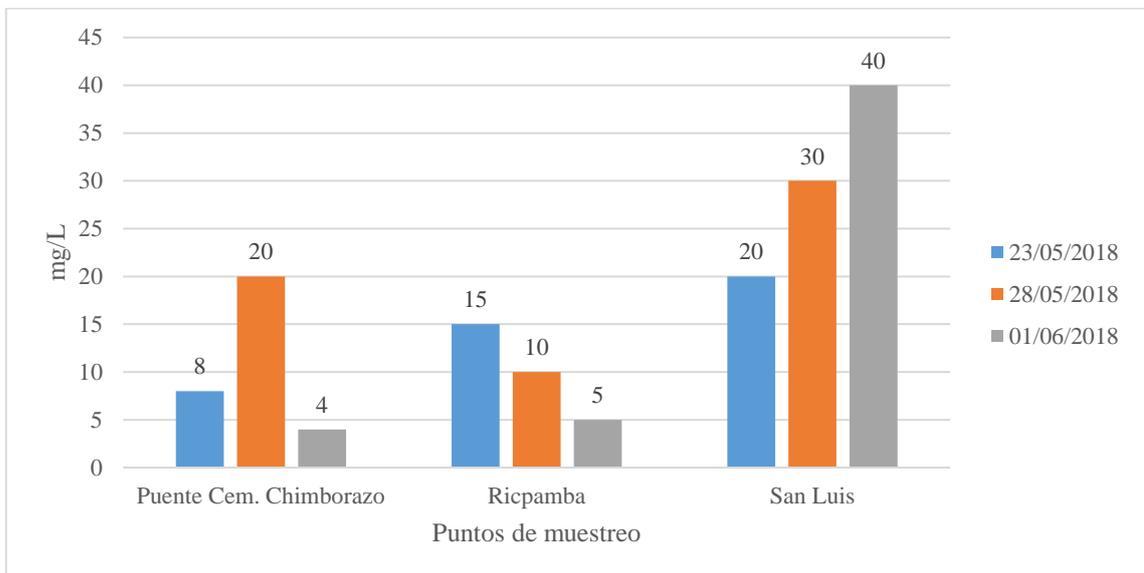


Figura N° 11.- Valores de DBO₅ del río Chibunga

El sector San Luis mantiene un mayor incremento en las tres fechas de estudio con valores de 20 mg/L, 30 mg/L y 40 mg/L, respectivamente; lo que indicaría la existencia de contaminación por la descomposición de materia orgánica debido principalmente a aguas residuales de origen doméstico.

Coliformes fecales

En la figura N° 12 se puede observar que los valores de Coliformes fecales van desde 5300–210000 NMP/100 ml. El sector San Luis presenta los valores más altos (92000-210000 NMP/100 ml), lo cual puede estar influenciado al uso de productos químicos por parte de las comunidades, quienes se dedican a la actividad agrícola y ganadera.

La relación de estos resultados con los valores establecidos en los tres criterios de calidad considerados en este estudio, indican que se encuentran en rangos mayores a los niveles permisibles, lo que indica que el agua del río “Chibunga”, desde el punto de vista microbiológico, está contaminada con heces fecales por lo que no es apta para el consumo humano.

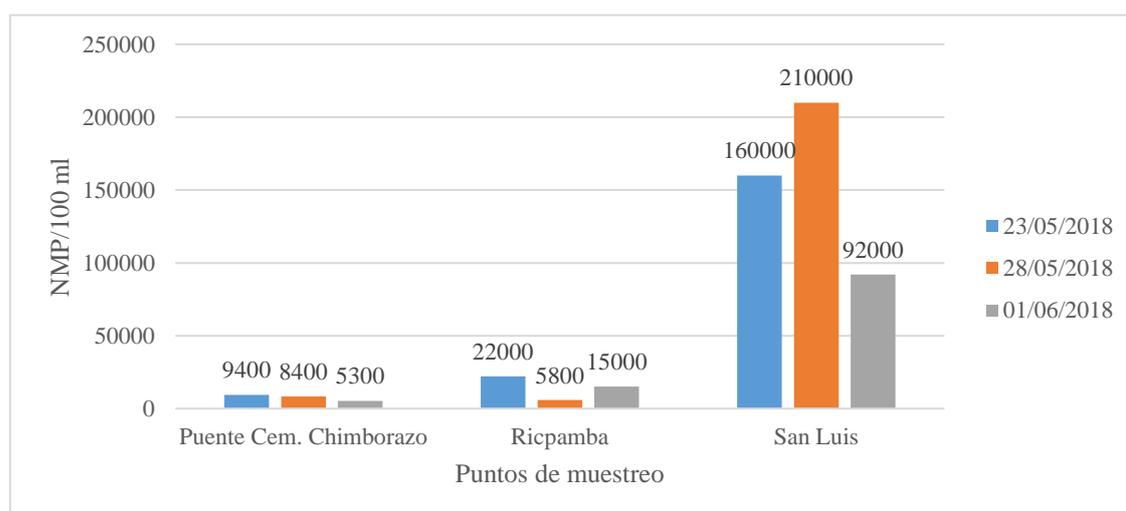


Figura N° 12.- Valores de coliformes fecales del río Chibunga

Si consideramos lo expuesto por (Sierra, 2016), en relación al hecho de que los coliformes fecales están presentes en las heces humanas y de los animales, el índice microbiológico es un indicador indirecto del riesgo que mantiene la población a ser afectado por contaminación de bacterias o virus de carácter patógeno. De acuerdo a (García, 2013), este es uno de los parámetros más importantes para evaluar la calidad de agua porque provoca graves daños a la salud humana.

Ante esta situación, se debe brindar algún tipo de tratamiento al agua para eliminar la presencia de bacterias coliformes antes de ser utilizado por la población

Oxígeno disuelto

En la figura N° 13 se observa que los valores para oxígeno disuelto van desde 1.9 – 6.8 mg/L. En el sector San Luis, los valores oscilan entre 1.9 a 3.1 mg/L lo cual puede deberse a la descarga de aguas residuales dirigida al cauce del río, sin embargo, se mantienen en el límite mínimo de oxígeno que debe tener un río para mantener la vida acuática (5 mg/l OMS)

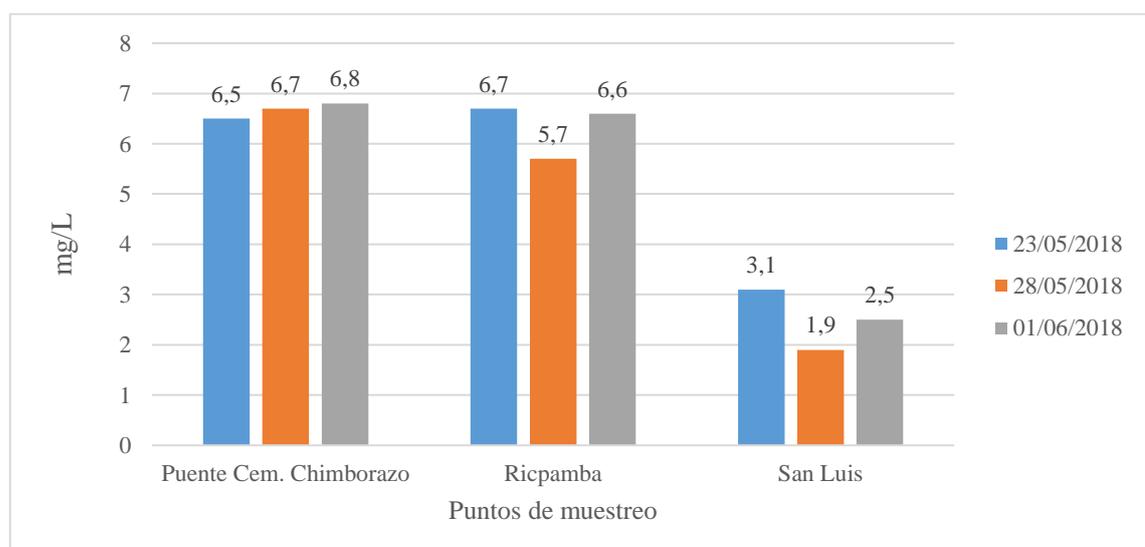


Figura N° 13.- Valores de oxígeno disuelto del río Chibunga

En esta misma figura se observa que los puntos Cemento Chimborazo y Ricpamba se encuentran en el límite recomendable para ecosistemas acuáticos (8 mg/l).

Generalmente, los niveles altos indican agua de mejor calidad; ya que en agua con bajos niveles de OD, algunas especies de peces y otros organismos no pueden sobrevivir (García, 2013).

Índice de Calidad (ICA)

Las condiciones óptimas establecidas en el Índice de Calidad de Agua han sido establecidas en un valor máximo de 100, por lo que a medida que disminuye se considera que va disminuyendo su calidad, es decir, incrementa los niveles de contaminación.

En la tabla No. 10 y el gráfico N°14 se indica el resultado del ICA en el río objeto de estudio. Los resultados reportan que las muestras tomadas en el puente Cemento Chimborazo tiene el ICA más alto (22,183 a 32,254) con un promedio de 27,972; le sigue el sector Ricpamba con valores que oscilan de 22,708 a 26,501 y un promedio de 25,015. El sector San Luis mantiene valores de 12,400 a 19,595 con un promedio de 15,278.

Lo expuesto permite considerar que el punto localizado en el Puente Cemento Chimborazo mantiene un índice de calidad de agua más alto, sin embargo de acuerdo a los criterios del Instituto Mexicano Tecnológico de Agua y el Método elaborado por Brown, se mantiene en la categorización considerada como agua de mala calidad (Tabla N°11).

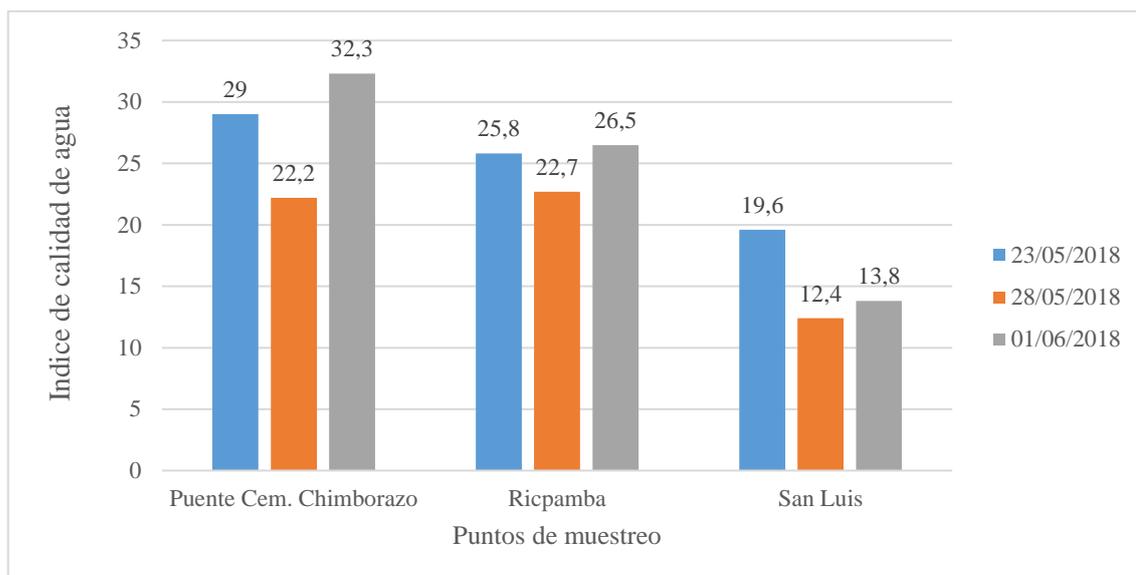


Figura N° 14.- Índice de calidad de agua del río Chibunga.

Los resultados reportados en la figura 14 indican que el Puente Cemento Chimborazo y Ricpamba mantiene aguas no aptas para el abastecimiento público, la pesca y vida acuática. Además, se mantiene como una señal de contaminación para uso de recreación y, uso muy restringido con fines industriales. El agua del sector San Luis no es apta para abastecimiento público, recreación, pesca y vida acuática ni para uso industrial.

Tabla N° 10. Cálculo del ICA

	Peso	Fecha1 (23/05/2018)						Fecha2 (28/05/2018)						Fecha3 (01/06/218)					
		Wi	Subp1	Subp1^Wi	Subp2	Subp2^Wi	Subp3	Subp3^Wi	Subp1	Subp1^Wi	Subp2	Subp2^Wi	Subp3	Subp3^Wi	Subp1	Subp1^Wi	Subp2	Subp2^Wi	Subp3
pH	0.12	87	1,709	81	1,694	85	1,704	89	1,714	90	1,716	91	1,718	85	1,704	69	1,662	86	1,707
turbidez	0.08	85	1,427	54	1,376	88	1,431	17	1,254	5	1,137	5	1,137	92	1,436	89	1,432	49	1,365
solidos disueltos	0.08	72	1,408	74	1,411	70	1,405	73	1,410	76	1,414	71	1,406	71	1,406	70.5	1,406	62	1,391
fosfatos	0.1	30	1,405	30	1,405	30	1,405	11	1,271	9.5	1,252	11	1,271	13	1,292	12	1,282	6	1,196
DBO (5 días)	0.1	42	1,453	20	1,349	12.5	1,287	12.5	1,287	34	1,423	5	1,175	62	1,511	55	1,493	2	1,072
Col. fecales	0.15	10	1,413	8	1,366	3	1,179	11.5	1,442	17	1,530	3	1,179	18	1,543	7	1,339	4	1,231
nitratos	0.1	85	1,559	85	1,559	85	1,559	80	1,550	70	1,529	75	1,540	85	1,559	86	1,561	85	1,559
oxígeno disuelto	0,17	4,25	1,279	4,5	1,291	2,3	1,152	4,5	1,291	4	1,266	1,4	1,059	4,7	1,301	4,35	1,284	2	1,125
temperatura	0.1	55	1,493	60	1,506	55	1,493	80	1,550	85	1,559	92	1,572	72	1,534	76	1,542	76	1,542
	Σ		29,480		25,836		19,595		22,183		22,708		12,400		32,254		26,501		13,841

Además, se utilizó el programa IQADATA el cual permitió realizar el cálculo del índice de calidad de agua utilizando el criterio ICA-NSF y obtener la siguiente gráfica (Figura N° 15).

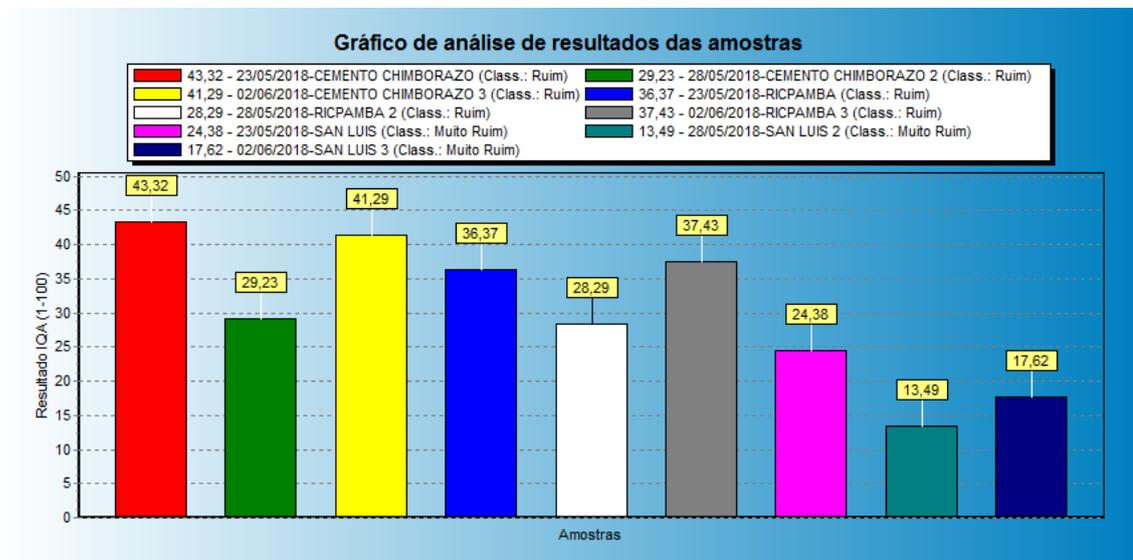


Figura N° 15.- Índice de calidad de agua del río Chibunga en el programa IQADATA.

Se puede observar que, aunque hay una diferencia de +/- 4 puntos las equivalencias siguen siendo las mismas que las del resultado de la fórmula N°1. Donde se obtuvo que, el Puente Cemento Chimborazo tiene un índice de 29.23 - 43.32 que equivale a un índice de calidad de agua MALO, Ricpamba tiene un índice de 28.29 – 37.43 que equivale a MALO y San Luis de 13.49 – 24.36 que equivale a MUY MALO.

Sin embargo, la comparación realizada con la Tabla N°6 reporta que el punto localizado en el Puente Chimborazo, en el criterio para la recreación mantiene un valor que le identifica como: sin contacto con el agua. En el criterio establecido para pesca y vida

acuática mantiene una categorización ICA: solo para organismos muy resistentes. En el criterio para uso industrial, requiere tratamiento previo su uso.

Los resultados informan que el agua del sector Ricpamba no es apta para el abastecimiento público ni para pesca y vida acuática. El criterio para uso de recreación le identifica como: señal de contaminación. El análisis para uso industrial le confiere un uso muy restringido. Además, se observa que el agua localizada en el sector San Luis no es apta para abastecimiento público, recreación, pesca y vida acuática ni para uso industrial.

El análisis de los resultados, en relación a los valores establecidos por el Instituto Mexicano y Método de Brown (Tabla 11), indica:

De acuerdo al Instituto Mexicano Tecnológico de Agua, los valores obtenidos en las muestras del Puente Cemento Chimborazo, corresponden a un río altamente contaminado y, según lo establecido en el método de Brown y el ICA-NSF, los resultados la identifican como agua de mala calidad; lo cual puede deberse a la poca capacidad del río para autodepurarse, así como, que en su recorrido es alimentado por descargas de aguas.

De acuerdo a los tres criterios de análisis de calidad aplicados en este estudio, los resultados obtenidos en el sector San Luis reportan que mantiene agua altamente contaminada o de pésima calidad, por lo que de acuerdo a la Tabla N°6, no es aceptable para: abastecimiento público, recreación, pesca y vida acuática ni para el uso industrial, lo cual puede deberse a la baja temperatura, la presencia de mayor cantidad de sólidos disueltos totales y coliformes fecales, así como, a la demanda bioquímica de oxígeno.

El 62.8% de la población económicamente activa localizada en el sector San Luis se dedica a la actividad agrícola y ganadera, lo que puede incidir en la mayor presencia de

Tabla N° 11.- Índices de calidad de agua del río Chibunga

Puntos	Criterios	Fechas						Σ
		23/05/2018		28/05/2018		01/06/2018		
		ICA	Equivalencia	ICA	Equivalencia	ICA	Equivalencia	
Chimborazo	Inst. Mexicano	29,480	Contaminado	22,183	Altamente contaminado	32,254	Contaminado	27.972
	M. de Brown		Mala		Pésima		Mala	

SDT, CF, DBO y el nivel de contaminación detectado.

Rioyamba	Inst. Mexicano	25,836	Altamente contaminado	22,708	Altamente contaminado	26,501	Altamente contaminado	25.015
	M. de Brown		Mala		Pésima		Mala	
San Luis	Inst. Mexicano	19,595	Altamente contaminado	12,400	Altamente contaminado	13,841	Altamente contaminado	15.279
	M. de Brown		Pésima		Pésima		Pésima	

Fuente: Inst. Mexicano y Método de Brown
Elaborado por: Emily Ramos

Por otro lado, se puede observar que en la fecha 28/05/2018 hay una pequeña disminución del ICA lo que puede deberse a los efectos provocados por las lluvias ya que los días previos a esta fecha hubo precipitaciones; lo cual podría haber aumentado el contenido de partículas de suelo en el agua por efecto de la escorrentía afectando su calidad.

4.3. PROPUESTA DE TRATAMIENTOS PARA LA DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO.

De acuerdo a Martín, 2008, las aguas residuales deben ser sometidas a un tratamiento antes de ser dirigidas a los afluentes. En relación a su nivel de contaminación presente en el agua del río Chibunga, se propone la aplicación de los tratamientos: preliminar, primario, secundario y terciario, según se indica:

Tratamiento preliminar

El objetivo principal de este tratamiento es acondicionar el agua residual que deberá ser tratada en las siguientes etapas que conforman todo un proceso, es por ello que es imperante remover materiales que pueden interferir con los equipos en los tratamientos posteriores.

Tamizado: En el tamizado grueso se emplean equipos para interceptar y retener sólidos gruesos presentes en el agua residual cruda; tales como: barras, varillas o alambres paralelos de tamaño uniforme, formando una rejilla. Para materiales finos se usa una malla de acero inoxidable con aberturas muy pequeñas.

La instalación de los diferentes tamices debe contar con el análisis de la cantidad de grasas y aceites, pues resulta muy difícil limpiar estas sustancias en los tamices finos, pudiendo ser bloqueados y resultar inservibles si no se realiza el correcto mantenimiento.

- a) Homogeneización: se lo realiza para las variaciones de caudal y para amortiguar las variaciones en el pH y la concentración de constituyentes tóxicos presentes en el agua residual a tratar.
- b) Mezcla: Este proceso se realiza cuando se van a mezclar los aditivos químicos (llamados también coagulantes) para la floculación.
- c) Desarenado y desengrasado: la función es separar los elementos pesados en suspensión (arenas, arcillas, limos) que arrastra el agua residual y que perjudican el tratamiento posterior. Para su eliminación se utiliza un proceso que consta en dos fases. La primera es la emulsión de las grasas en el arenero mediante aireación, permitiendo su ascenso a la superficie, y a continuación su retirada. La segunda fase es la separación de grasas residuales en las balsas de decantación. También se

emplean los tanques receptores que retienen grasas por enfriamiento y flotación, y los aceites por flotación. Para que la flotación sea efectiva es necesario que el agua quede retenida un periodo de tiempo adecuado, que normalmente debe ser mayor a 30 minutos. El desarenado y desengrasado pueden realizarse en un mismo depósito.

- d) Neutralización: para los desechos ácidos pasar las aguas por un lecho de piedra caliza; para los desechos alcalinos éstos pueden ser neutralizados con ácidos como el sulfúrico o el clorhídrico.

Tratamiento primario

El objetivo fundamental del tratamiento primario es la eliminación del material coloidal o en suspensión del agua residual, mediante la separación por gravedad y la sedimentación de partículas discretas.

Tratamiento biológico o secundario y eliminación de nutrientes

Los objetivos principales del tratamiento biológico son estabilizar la materia orgánica, coagular y remover los sólidos coloidales que no sedimentan y que se encuentran en las aguas residuales domésticas y tanques sépticos. Se sugiere la aplicación del método combinado (aerobios y anaerobios).

Tratamiento terciario o de pulimento

El tratamiento terciario tiene como objetivo eliminar todas aquellas impurezas y microorganismo que no han sido eliminados en el tratamiento primario y secundario, con la finalidad de mantener el agua de acuerdo a los índices de calidad requeridos para el consumo humano. Se propone realizar el proceso de clarificación y osmosis inversa, los

cuales serán aplicados en relación a la concentración de contaminantes que no hayan sido eliminados en los tratamientos primario y secundario.

CAPITULO V.

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

“Las futuras generaciones no nos perdonarán por haber malgastado su última oportunidad y su última oportunidad es hoy”

Jacques Yves Cousteau

5.1. CONCLUSIONES

Los fundamentos teóricos y los análisis realizados permitieron conocer de forma general el estado actual de la calidad del agua del río Chibunga, cumpliendo así con los objetivos planteados. A continuación se indican las respectivas conclusiones.

- Se determinó que los factores contaminantes presentes en los tres puntos de estudio son los asentamientos humanos y basura localizada al margen del río Chibunga.
- La caracterización física, química y microbiológica presento valores de 6.99 a 8.61 para pH; 2.61 a 200 UNT para turbidez; 166 a 271 mg/L en los sólidos disueltos totales; 1.7 a 8.56 mg/L para los fosfatos; de 4 a 40 mg/L en la DBO₅; 5300 a 210000 UFC/100ml en el análisis de coliformes fecales; de 2.3 a 6.41 para nitratos; 1.9 a 6.8 mg/L en oxígeno disuelto; y, 11 a 15.2 °C. en la temperatura.
- Las precipitaciones influyen en algunos parámetros ya que el 28/05/2018 hubo precipitaciones durante dos días previos a la recolección de la muestra y en las otras fechas no las hubieron. Lo cual, podría haber incidido en los parámetros antes mencionados.
- San Luis es el que presenta más contaminación, esto se debe a que no existe autodepuración en este tramo del río ya que el oxígeno disuelto es bajo en comparación con los el puente Cemento Chimborazo y Ricpamba. Además en este punto se observa alteración de aspectos ambientales como presencia de basura, animales en el margen del río y parámetros que superan los límites permisibles.
- La calidad del agua en la microcuenca del río Chibunga, según el método de Brown, va desde 12.4 a 32.524 con una calificación promedio de 22.75 equivalente a MALA

y según el programa IQADATA (método NSF) va desde 13.49 a 43.32, con una calificación promedio de 30.46 equivalente a MALA.

- Al comparar la clasificación del ICA con el tratamiento del agua se observa que la complejidad varía de acuerdo con el nivel de calidad, lo que conlleva que el agua del río Chibunga sea considerada como un agua de mala calidad (San Luis) por lo que debe ser sometida a tratamiento a fin de que sean aptas para consumo humano.

5.2. RECOMENDACIONES

- Ampliar la investigación, considerando el muestreo en diferentes áreas, tales como: Sitio de descarga de desechos de la empresa “Cemento Chimborazo”, Parque lineal “Chibunga”, a la entrada y salida del sector “San Luis” y, el sector donde se une el río Chibunga con el río Chambo, en el que se incluya el análisis de metales pesados, grasas y aceites en periodo de verano e invierno, de tal manera que se permita determinar la variación del índice a través del tiempo.
- Ejecutar estrategias que disminuyan los niveles de contaminación y mejoren la calidad del agua de este afluente para consumo humano.
- Implementar programas de educación ambiental para que la población conozca cómo proteger las cuencas hidrográficas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agua. (1998). Calidad del agua. In *Muestreo, manejo y conservación de muestras*. Quito.
- Azpilcueta, M., Pedroza, A., Sanchez, I., Salcedo, M. del R., & Trejo, R. (2017). Calidad química del agua en un área agrícola de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la comarca lagunera, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(1), 75–83. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.01.07>
- Banda, M. (2010). *El vertido de las aguas servidas de la ciudad de Riobamba*. Universidad Técnica Particular de Loja. Retrieved from http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/4721/1/Tesis_Manuel.pdf
- Bueno-Zabala, K., Torres-Lozada, P., & Delgado-Cabrera, L. G. (2014). Monitoreo y medición del ajuste del pH del agua tratada del río cauca mediante índices de estabilización. *Revista U. D. C. A. Actualidad & Divulgación Científica*, 17(2), 563–575. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v17n2/v17n2a28.pdf>
- Caho-Rodríguez, C., & López-Barrera, E. A. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI 1. *Producción + Limpia*, 12(2), 35–49. <https://doi.org/10.22507/pml.v12n2a3>
- Cárdenas, G., & Cárdenas, J. (2008). *Agricultura, urbanización y agua*. (IICA, Ed.).
- Dávila, G., & Olazábal, H. (2006). *De la mediación a la movilización social : análisis de algunos conflictos por el agua en Chimborazo* (1era ed.). Abya-Yala.

- El telégrafo. (2013, October 25). Metales pesados y grasas hallados en río Chibunga. Regional Centro. Retrieved from <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/regional-centro/1/metales-pesados-y-grasas-hallados-en-rio-chibunga>
- Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura.
- Fernandez-Vitora, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* (4ta ed.). Madrid: Mundi Prensa.
- Fiallos, L., & Velasteguí, R. (2011). *Innovación biológica para la depuración de aguas contaminadas en la estación "El Peral", EMAPA- Ambato*. Ambato. Retrieved from <https://www.buscagro.com/biblioteca/Ramiro-Velastegui/Depuracion-de-aguas-contaminadas.pdf>
- García, J. (2013). *Análisis de la calidad del agua de los afluentes de la cuenca alta del Río Lempa y residuos de plaguicidas en la producción hortícola. Región Trifinio 2010-2012*. Ocatepeque, Honduras: Mancomunidad Trinacional Fronteriza río Lempa. Retrieved from <http://trinacionalriolempa.org/mtfrr/archivos/biblioteca/publicaciones/publicaciones/analisis-de-calidad-del-agua.pdf>
- Gómez, R. (2003). *Modelos conceptuales de funcionamiento de ríos y arroyos*. España.
- González, A., Paranhos, R., & Lutterbach, M. (2010). Relationships between fecal indicators and pathogenic microorganisms in a tropical lagoon in Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 164(1–4), 207–219. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-0886-9>

- González, P. (2003). *Conceptos Básicos sobre medio ambiente y desarrollo sustentable*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Educación Tecnológica. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Marcus_Sobarzo/publication/40883146_Conceptos_basicos_sobre_medio_ambiente_y_desarrollo_sustentable/links/09e4150acd907248c7000000/Conceptos-basicos-sobre-medio-ambiente-y-desarrollo-sustentable.pdf
- Gracia, J., & Maza, J. (1997). Morfología de los ríos. In *Manual de Ingeniería de Ríos* (p. 39). México: Instituto de Ingeniería de Ríos. Retrieved from http://eias.utalca.cl/isi/publicaciones/unam/morfologia_de_rios.pdf
- Ibarrarán, M. E., Mendoza, A., Pastrana, C., & Manzanilla, E. (2017). Determinantes socioeconómicos de la calidad del agua superficial en México. *Región Y Sociedad*, 29(69), 89–125. <https://doi.org/10.22198/rys.2017.69.a325>
- INEN. Norma técnica Ecuatoriana Nte. Agua. Calidad de agua. Muestreo. Manejo y conservación de las muestras. (1998). Quito: Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Jaque, E., & Potocí, C. (2015). *Evaluación del índice de calidad de agua (ICA) de la microcuenca del río Chibunga, en variaciones estacionales, provincia de Chimborazo- Ecuador, durante el periodo 2014*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved from http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4077/1/236T0132_UDCTFCl.pdf
- Larios, L. (2009). Contaminación del agua por nitratos: significación sanitaria. *AMC*, 13(2). Retrieved from

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552009000200017&lang=pt

Larrea, A., Rojas, M., Álvarez, B., Rojas, N., & Heydrich, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revisión de la literatura. *CENIC*, 44(3). Retrieved from <http://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/articulos/bacterias-indicadoras-de-contaminación-fecal-en-la-evaluación-de-la-calidad-de-las-aguas>

López, W., & Olazábal, H. (2007). Propuesta para la gestión y manejo integrado de la cuenca del río Chambo: gestión de cuenca a partir del balance hídrico. In Foro de los Recursos Hídricos (Chimborazo): GTP (Ed.), *Gestión integrada de cuencas hidrográficas* (pp. 20–28). Riobamba. <https://doi.org/9789978226643>

Martín, M. (2008). *Propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales a bajo costo para la localidad de Guelatao de Juárez, Oaxaca*. Universidad Politécnica de Madrid. Retrieved from http://oa.upm.es/908/1/PFC_INMACULADA_MARTIN_FERNANDEZ.pdf

Olguín, E., González, R., Sánchez, G., Zamora, J., & Owen, T. (2010). Contaminación de ríos urbanos: El caso de la subcuenca del río Sordo en Xalapa, Veracruz, México. *Rev Latinoam Biotecnol Amb Algal*, 1(2), 178–190. Retrieved from <http://uniciencia.ambientalex.info/revistas/vol1n25.pdf>

OMS. (2006). *Guías para la calidad de agua potable*. Ginebra-Suiza.

Peñaloza, J. (2012). Contaminación. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 5(13). <https://doi.org/1988-5245>

- Postel, S., & Richter, B. (2003). *Ríos para toda la vida: La gestión del agua para las personas y la naturaleza* (1a ed.). México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Ramalho, R. S., Jiménez, D., & Lora, F. (1996). *Tratamiento de aguas residuales*. Barcelona: Reverté.
- Rivas, F., & Maldonado, X. (2011). Acuerdos de monitoreo de calidad del agua en Estados Unidos de Norte América: Estado del Arte. *Vision Gerencial*, (1), 173–187. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545890013>
- Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Romero, M., Colín, A., Sánchez, E., & Ortiz, M. (2009). Tratamiento de aguas residuales por un sistema piloto de humedales artificiales: evaluación de la remoción de la carga orgánica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 25(3), 157–167. Retrieved from http://scielo.unam.mx/scielo.php?pid=S0188-49992009000300004&script=sci_arttext
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería E Investigación*, 27(3), 172–181. <https://doi.org/0120-5609>
- Sierra, C. (2016). *Calidad del Agua: evaluación y diagnóstico*. Medellín, Colombia: Mc Graw-Hill.
- Torres, J. (2009). *Evaluación de impacto ambiental y plan de manejo ambiental del*

proyecto lineal Chibunga, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.

Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. J. (2009). Indices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano, una revisión crítica. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 8150(15). Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>

TULSMA. Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua. (2015). Quito: Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente.

Villacís, B., & Carrillo, D. (2012). *País atrevido: la nueva cara sociodemográfica del Ecuador* (Edición Es). Quito: INEC. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Economia/Nuevacarademograficadeecuador.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. CERTIFICACIÓN URKUND

Quevedo, 15 de agosto del 2018

Sr. Ing.

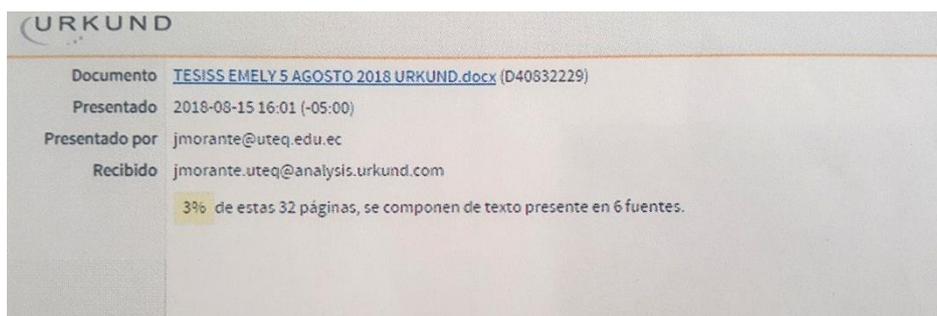
Roque Vivas Moreira

DIRECTOR UNIDAD DE POSGRADO DE LA UTEQ

Presente.-

De mis consideraciones:

ING. MARÍA ORENA CADME, M. Sc., en calidad de Director del proyecto cuyo tema es: “DESECHOS CONTAMINANTES E INDICE DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO CHIBUNGA, CANTÓN RIOBABA, AÑO 2017” me permito manifestar a usted que la Lic. **EMILY LISBETH RAMOS GUILLÍN**, ha cumplido con las correcciones pertinentes, de acuerdo al reglamento de la Unidad de Posgrado de la UTEQ y he ingresado su trabajo al sistema URKUND, por lo que tengo bien certificar que el sistema ha reflejado un porcentaje del 3% de similitud.



Ing. María Lorena Cadme

Director de Tesis

ANEXO 2. RESULTADOS DEL ANALISIS DE LOS PARÁMETROS

	CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183	 Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° OAE LE 20 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No: A-422-18
ST: 181-18 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Atn. Emily Ramos
Dirección: Morona y Chimborazo
 Riobamba-Chimborazo
 01 de Junio del 2018
FECHA: 1
NUMERO DE MUESTRAS: 2018/05/23- 12:20
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/05/23- 09:40
FECHA DE MUESTREO: 2018/05/23 - 2018/06/01
FECHA DE ANÁLISIS: Agua Natural
TIPO DE MUESTRA: LAB-A 420-18
CÓDIGO CESTTA: A-1
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Puente Cemento Chimborazo 17M 749787/9816413
PUNTO DE MUESTREO: Físico-Qulmico-Microbiológico
ANÁLISIS SOLICITADO: Galo Torres
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

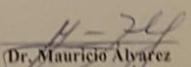
RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Potencial Hidrógeno	PEE/CESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	8,54	± 0.2	-
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500 - O G	mg/L	6,5	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	8	±32%	-
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/230 Standard Methods No. 9221E/ 9221C	NMP/100mL	9400	±20%	-
Nitratos	PEE/CESTTA/16 Standard Methods No 4500 -NO ₃ -	mg/L	<2,3	±29%	-
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	192	±17%	-
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	5,11	±8%	-
Fosfatos	PEE/CESTTA/21 Standard Methods No 4500-P B5/ 4500-PC	mg/L	<1,7	±23%	-
Temperatura	PEE/CESTTA/04 Standard Method No 2550 B	°C	10,96	±7%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna: Valor limite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- "Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE".

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

Página 1 de 1
 Edición 1

MC01-14



CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No:

ST: A-423-18
Nombre Peticionario: 181-18 ANÁLISIS DE AGUAS
Atn. NA
Dirección: Emily Ramos
Morona y Chimborazo
Riobamba-Chimborazo
01 de Junio del 2018
1
FECHA: 2018/05/23- 12:20
NUMERO DE MUESTRAS: 2018/05/23- 10:22
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/05/23 - 2018/06/01
FECHA DE MUESTREO: Agua Natural
FECHA DE ANÁLISIS: LAB-A 421-18
TIPO DE MUESTRA: A-2
CÓDIGO CESTTA: Ricpamba 17M 758189/ 9815506
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Físico-Químico-Microbiológico
PUNTO DE MUESTREO: Galo Torres
ANÁLISIS SOLICITADO: T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Potencial Hidrógeno	PEE/CESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	8,61	± 0,2	-
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500 - O G	mg/L	6,7	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	15	±32%	-
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/230 Standard Methods No. 9221E/ 9221C	NMP/100mL	22000	±20%	-
Nitratos	PEE/CESTTA/16 Standard Methods No 4500 -NO ₃ -	mg/L	<2,3	±29%	-
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	186	±17%	-
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	26,2	±8%	-
Fosfatos	PEE/CESTTA/21 Standard Methods No 4500-P B5/ 4500-PC	mg/L	<1,7	±23%	-
Temperatura	PEE/CESTTA/04 Standard Method No 2550 B	°C	11,5	±7%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- "Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE".

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 1 de 1
Edición 1



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No: A-424-18
ST: 181- 18 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Atn. Emily Ramos
Dirección: Morona y Chimborazo
Riobamba-Chimborazo
01 de Junio del 2018
1
FECHA: 2018/05/23- 12:20
NUMERO DE MUESTRAS: 2018/05/23- 11:35
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/05/23 - 2018/06/01
FECHA DE MUESTREO: Agua Natural
FECHA DE ANÁLISIS: LAB-A 422-18
TIPO DE MUESTRA: A-3
CÓDIGO CESTTA: San Luis 17M 761714/ 9810950
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Físico-Químico-Microbiológico
PUNTO DE MUESTREO: Galo Torres
ANÁLISIS SOLICITADO: T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Potencial Hidrógeno	PEE/CESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	8,05	± 0.2	-
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500 - O G	mg/L	3,1	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	20	±32%	-
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/230 Standard Methods No. 9221E/ 9221C	NMP/100mL	160000	±20%	-
Nitratos	PEE/CESTTA/16 Standard Methods No 4500 -NO ₃ -	mg/L	<2,3	±29%	-
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	218	±11%	-
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	4,7	±8%	-
Fosfatos	PEE/CESTTA/21 Standard Methods No 4500-P B5/ 4500-PC	mg/L	<1,7	±23%	-
Temperatura	PEE/CESTTA/04 Standard Method No 2550 B	°C	12,4	±7%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- "Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE".

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 1 de 1
Edición 1



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No:

ST:
Nombre Peticionario:
Atn.
Dirección:

A-441-18
190-18 ANÁLISIS DE AGUAS

NA
Emily Ramos
Morona y Chimborazo
Riobamba-Chimborazo

06 de Junio del 2018
1

FECHA:
NUMERO DE MUESTRAS:
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:

2018/05/28 - 14:35
2018/05/28 - 09:40

FECHA DE MUESTREO:

2018/05/28 - 2018/06/06

FECHA DE ANÁLISIS:

TIPO DE MUESTRA:

Agua Natural
LAB-A 439-18

CÓDIGO CESTTA:

P-1

CÓDIGO DE LA EMPRESA:

PUNTO DE MUESTREO:

Puente Cemento Chimborazo 17M 749787/9816413

ANÁLISIS SOLICITADO:

Físico-Químico-Microbiológico

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:

Emily Ramos

CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

T máx.: 25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Potencial Hidrógeno	PEE/CESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	6,99	± 0,2	-
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500 - O G	mg/L	6,7	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	20	±32%	-
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/230 Standard Methods No. 9221E/ 9221C	NMP/100mL	8400	±20%	-
Nitratos	PEE/CESTTA/16 Standard Methods No 4500 -NO ₃ -	mg/L	4,37	± 17%	-
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	182	± 17%	-
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	99,5	± 8%	-
Fosfatos	PEE/CESTTA/21 Standard Methods No 4500-P B5/ 4500-PC	mg/L	5,48	± 13%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna: Valor limite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- "Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE".

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 1 de 1
Edición 1



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO

Panamericana Sur Km. 1 %, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 20 06-2008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No: A-442-18
ST: 190-18 ANALISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Ata: Emily Ramos
Dirección: Morona y Chimborazo
Riobamba-Chimborazo
FECHA: 06 de Junio del 2018
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/05/28- 14:35
FECHA DE MUESTREO: 2018/05/28- 10:20
FECHA DE ANÁLISIS: 2018/05/28 - 2018/06/06
TIPO DE MUESTRA: Agua Natural
CÓDIGO CESTTA: LAB-A 440-18
CÓDIGO DE LA EMPRESA: P-2
PUNTO DE MUESTREO: Riopamba 17M 758189/9815506
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico-Químico-Microbiológico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Emily Ramos
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Potencial Hidrógeno	PEE/CESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	7,07	± 0,2	-
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500 - O G	mg/L	5,7	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	10	±32%	-
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/230 Standard Methods No. 9221E/ 9221C	NMP/100mL	5800	±20%	-
Nitratos	PEE/CESTTA/16 Standard Methods No 4500 -NO ₃ -	mg/L	6,41	± 14%	-
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	166	± 17%	-
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	>200	± 8%	-
Fosfatos	PEE/CESTTA/21 Standard Methods No 4500-P B5/ 4500-PC	mg/L	6,34	± 13%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- "Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE".

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Teléfono: (03) 3013183



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No:

ST: A-443-18
190-18 ANÁLISIS DE AGUAS

Nombre Peticionario: NA

Atn. Emily Ramos

Dirección: Morona y Chimborazo

Riobamba-Chimborazo

06 de Junio del 2018

FECHA: 1

NUMERO DE MUESTRAS: 2018/05/28 - 14:35

FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/05/28 - 11:20

FECHA DE MUESTREO: 2018/05/28 - 2018/06/06

FECHA DE ANÁLISIS: Agua Natural

TIPO DE MUESTRA: LAB-A 441-18

CÓDIGO CESTTA: P-3

CÓDIGO DE LA EMPRESA: San Luis 17M 761714/9810950

PUNTO DE MUESTREO: Físico-Químico-Microbiológico

ANÁLISIS SOLICITADO: Emily Ramos

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Potencial Hidrógeno	PEE/CESTTA/05 Standard Method No. 4500-41 B	Unidades de pH	7,11	± 0,2	-
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500 - O G	mg/L	1,9	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	30	±23%	-
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/230 Standard Methods No. 9221E/9221C	NMP/100mL	210000	±20%	-
Nitratos	PEE/CESTTA/16 Standard Methods No 4500 -NO ₃ -	mg/L	4,52	± 17%	-
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	196	± 17%	-
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	181	± 8%	-
Fosfatos	PEE/CESTTA/21 Standard Methods No 4500-P B5/ 4500-PC	mg/L	5,43	± 13%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- "Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE".

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 1

Edición 1



CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No:

ST:

Nombre Peticionario:

Atn.

Dirección:

FECHA:

NUMERO DE MUESTRAS:

FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:

FECHA DE MUESTREO:

FECHA DE ANÁLISIS:

TIPO DE MUESTRA:

CÓDIGO CESTTA:

CÓDIGO DE LA EMPRESA:

PUNTO DE MUESTREO:

ANÁLISIS SOLICITADO:

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:

CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

A-470-18

203-18 ANÁLISIS DE AGUAS

NA

Emily Ramos

Morona y Chimborazo

Riobamba-Chimborazo

12 de Junio del 2018

1

2018/06/01- 11:15

2018/06/01- 09:20

2018/06/01 - 2018/06/12

Agua Natural

LAB-A 468-18

P1

Puente Cemento Chimborazo 17M 749787/9816413

Físico-Químico-Microbiológico

Emily Ramos

T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Potencial Hidrógeno	PEE/CESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	8,05	±0,2	-
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500 - O G	mg/L	6,8	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	4	±32%	-
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/230 Standard Methods No. 9221E/9221C	NMP/100mL	5300	±20%	-
Nitratos	PEE/CESTTA/16 Standard Methods No 4500 -NO ₃ -	mg/L	<2,3	±29%	-
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	204	±11%	-
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	2,61	±8%	-
Fosfatos	PEE/CESTTA/21 Standard Methods No 4500-P B5/ 4500-PC	mg/L	5,03	±13%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- "Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE".

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Maurjeo Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA
AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No:

ST:
Nombre Peticionario:
Atn.
Dirección:

A-471-18
203-18 ANÁLISIS DE AGUAS
NA

Emily Ramos
Morona y Chimborazo
Riobamba-Chimborazo
12 de Junio del 2018
1

FECHA:

NUMERO DE MUESTRAS:
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:

2018/06/01- 11:15

FECHA DE MUESTREO:

2018/06/01- 10:00

FECHA DE ANÁLISIS:

2018/06/01 - 2018/06/12

TIPO DE MUESTRA:

Agua Natural

CÓDIGO CESTTA:

LAB-A 469-18

CÓDIGO DE LA EMPRESA:

P2

PUNTO DE MUESTREO:

Riopamba 17M 758189/ 9815506

ANÁLISIS SOLICITADO:

Físico-Químico-Microbiológico

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:

Emily Ramos

CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Potencial Hidrógeno	PEE/CESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	8,20	±0,2	-
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500 - O G	mg/L	6,6	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	5	±32%	-
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/230 Standard Methods No. 9221E/ 9221C	NMP/100mL	15000	±20%	-
Nitratos	PEE/CESTTA/16 Standard Methods No 4500 -NO ₃ -	mg/L	2,42	±28%	-
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	208	±11%	-
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	4,32	±8%	-
Fosfatos	PEE/CESTTA/21 Standard Methods No 4500-P B5/ 4500-PC	mg/L	5,35	±13%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- "Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE".

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 1
Edición 1



CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**
Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183



**Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS**

INFORME DE ENSAYO No: A-472-18
ST: 203-18 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Atn: Emily Ramos
Dirección: Morona y Chimborazo
Riobamba-Chimborazo
12 de Junio del 2018
1
FECHA: 2018/06/01-11:15
NUMERO DE MUESTRAS: 2018/06/01-10:40
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/06/01-2018/06/12
FECHA DE MUESTREO: Agua Natural
FECHA DE ANÁLISIS: LAB-A 470-18
TIPO DE MUESTRA: P3
CÓDIGO CESTTA: San Luis 17M 761714/9810950
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Físico-Químico-Microbiológico
PUNTO DE MUESTREO: Emily Ramos
ANÁLISIS SOLICITADO: T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Potencial Hidrógeno	PEE/CESTTA/05 Standard Method No. 4500-H ⁺ B	Unidades de pH	7,85	±0,2	-
*Oxígeno disuelto	PEE/CESTTA/45 Standard Methods No. 4500-O G	mg/L	2,5	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	40	±23%	-
Coliformes Fecales	PEE/CESTTA/230 Standard Methods No. 9221E/ 9221C	NMP/100mL	92000	±20%	-
Nitratos	PEE/CESTTA/16 Standard Methods No 4500-NO ₃ -	mg/L	<2,3	±29%	-
Sólidos Totales Disueltos	PEE/CESTTA/11 Standard Methods No. 2540 C	mg/L	271	±11%	-
Turbidez	PEE/CESTTA/43 EPA 180.1	UNT	35,3	±8%	-
Fosfatos	PEE/CESTTA/21 Standard Methods No 4500-P B5/ 4500-PC	mg/L	8,56	±12%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- "Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE".

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 1 de 1
Edición 1

ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN



Foto 1. Puente Cemento Chimborazo (Punto 1)



Foto 2. Ricpamba (Punto 2)



Foto 3. San Luis (Punto 3)