



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN PROVOCADA POR
ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN EL RÍO CHIBUNGA,
CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO/A EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORES: STEVEN DANIEL ANDRADE BACULIMA

MADÉLIN SARAY VILLALBA VENEGAS

DIRECTOR: ING. JUAN CARLOS GONZÁLEZ GARCÍA, PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

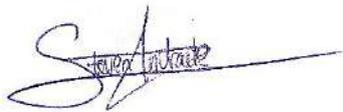
© 2023, Steven Daniel Andrade Baculima & Madelin Saray Villalba Venegas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Steven Daniel Andrade Baculima y Madelin Saray Villalba Venegas, declaramos que el presente Trabajo de Investigación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de Trabajo de Investigación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 20 de enero del 2023



Steven Daniel Andrade Baculima
CI: 172736067-7



Madelin Saray Villalba Venegas
CI: 175140048-0

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; tipo: Trabajo de Investigación, **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN PROVOCADA POR ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS EN EL RÍO CHIBUNGA, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, realizado por el señor: **STEVEN DANIEL ANDRADE BACULIMA**, y la señorita: **MADÉLIN SARAY VILLALBA VENEGAS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Lourdes Emperatriz Paredes Castelo PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-01-20
Ing. Juan Carlos González García. PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-01-20
Dra. Nancy Cecilia Veloz Mayorga MIEMBRO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-01-20

DEDICATORIA

Una vez he concluido esta etapa maravillosa y llena de aventuras quiero dedicar cada escalón superado a mis abuelitos María y Luis y a mis hermanas Nuri y Samy; quienes de una manera u otra siempre estuvieron presentes apoyándome con una llamada, un mensaje o simplemente una oración.

A mis padres Claudia y Cristian, porque siempre me inculcaron ser firme en mis metas, por enseñarme lo importante que es ser valiente y auténtica, por esas palabras de aliento en los momentos más duros y por decidir confiar en mí en cada locura que decidí emprender.

A mis tías, Maribel, Graciela y Jackeline y a mi tío Felipe, por siempre mostrarse orgullosos de cada paso que lograba adelantar y nunca abandonarme sin importar que tan difícil se pusiera el camino. A mis primos, a todos, porque me han hecho sentir querida toda mi vida.

Por último, a Steven mi compañero de vida y coautor de este trabajo porque ha estado conmigo en momentos de oscuridad y ha sabido ser mi amigo y luz siempre.

Madelin

Al terminar esta fase de mi vida solo me queda dedicar todo este esfuerzo y constancia a todas las personas que estuvieron presentes durante este maravilloso viaje lleno de aventuras y sobre todo aprendizaje.

Dedico este trabajo a mi abuelita Teresa quien fue el pilar fundamental para poder culminar esta etapa de vida, a mis padres Rosario y Héctor y a mis hermanos Iván, Alexander y Andrés que me apoyaron incondicionalmente, siempre confiaron en mí y me motivaron a seguir adelante y no rendirme frente las adversidades.

A mis amigos que han hecho más fácil y ameno este transcurso lleno de incertidumbre.

Finalmente, a Madelin quien con su amor y sabiduría ha estado en los momentos más sombríos, logrando sobrepasarlos esforzándonos por ser siempre mejores.

Steven

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, nuestra alma mater por acogernos y convertirnos en buenos profesionales.

A cada docente que formó parte del camino y contribuyó con los conocimientos necesarios para lograr la excelencia, en especial al Ing. Juan Carlos González por ser una guía durante la elaboración de este trabajo y a la Dra. Gina Álvarez por su paciencia y comprensión durante la fase práctica.

También queremos agradecer a nuestros amigos, quienes estuvieron presentes durante el desarrollo de cada etapa y nos incentivaron a concluir con éxito.

Finalmente, gracias a nuestras abuelitas Teresa y María, sin ellas, esto no hubiera sido posible.

Steven & Madelin

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xviii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS.....	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4

CAPÍTULO I

1.	MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO.....	5
1.1.	Marco conceptual	5
1.1.1.	<i>Antecedentes de la investigación.....</i>	<i>5</i>
1.1.2.	<i>Agua.....</i>	<i>6</i>
1.1.3.	<i>Agua superficial.....</i>	<i>6</i>
1.1.4.	<i>Limnología</i>	<i>7</i>
1.1.5.	<i>Contaminación.....</i>	<i>7</i>
1.1.5.1.	Fuentes de contaminación.....	7
1.1.6.	<i>Aguas residuales</i>	<i>7</i>
1.1.6.1.	<i>Aguas residuales domésticas</i>	<i>8</i>
1.1.6.2.	<i>Aguas residuales industriales</i>	<i>8</i>
1.1.7.	<i>Calidad del agua</i>	<i>8</i>
1.1.8.	<i>Impacto ambiental</i>	<i>9</i>
1.1.9.	<i>Inventario de actividades</i>	<i>9</i>
1.2.	Marco teórico	9
1.2.1.	<i>Ríos.....</i>	<i>9</i>

1.2.1.1.	<i>Clasificación de los ríos</i>	10
1.2.1.2.	<i>Componentes de un río</i>	10
1.2.2.	Índice de Calidad del Agua	10
1.2.2.1.	<i>Metodología WQI-NSF (Water Quality Index)</i>	11
1.2.3.	Parámetros de evaluación del ICA	11
1.2.3.1.	<i>Coliformes fecales</i>	11
1.2.3.2.	<i>Potencial de hidrógeno (pH)</i>	12
1.2.3.3.	<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)</i>	12
1.2.3.4.	<i>Nitratos</i>	12
1.2.3.5.	<i>Fosfatos</i>	13
1.2.3.6.	<i>Cambio de temperatura</i>	13
1.2.3.7.	<i>Turbidez</i>	13
1.2.3.8.	<i>Sólidos Totales Disueltos (STD)</i>	13
1.2.3.9.	<i>Oxígeno Disuelto (OD)</i>	14
1.2.4.	Contaminación del agua	14
1.2.4.1.	<i>Principales fuentes de contaminación del agua</i>	14
1.2.4.2.	<i>Tipos de contaminantes del agua</i>	15

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	17
2.1.	Localización del área de estudio	17
2.2.	Información línea base	18
2.2.1.	Componente abiótico	18
2.2.1.1.	<i>Clima</i>	18
2.2.1.2.	<i>Precipitación</i>	18
2.2.1.3.	<i>Uso de suelo</i>	19
2.2.1.4.	<i>Agua</i>	19
2.2.2.	Componente biótico	19
2.2.3.	Componente socioeconómico	20
2.2.3.1.	<i>Pobreza</i>	20
2.2.3.2.	<i>Educación</i>	20
2.2.3.3.	<i>Salud</i>	21
2.2.3.4.	<i>Economía</i>	21

2.3.	Recolección de información	22
2.4.	Determinación del inventario de actividades antropogénicas	23
2.5.	Muestreo	23
2.5.1.	<i>Selección de los puntos de muestreo</i>	23
2.5.2.	<i>Criterios de selección para los puntos de muestreo</i>	24
2.5.3.	<i>Metodología para el muestreo</i>	24
2.6.	Determinación del Índice de Calidad del Agua	25
2.6.1.	<i>Análisis in situ</i>	25
2.6.2.	<i>Análisis de laboratorio</i>	26
2.6.3.	<i>Cálculo del ICA</i>	27

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.1.	Línea base	34
3.1.1.	<i>Sección 1: Información socioeconómica y demográfica</i>	35
3.1.2.	<i>Sección 2: Información sobre prestación de servicios públicos municipales</i>	37
3.1.3.	<i>Sección 3: Percepción de la calidad y contaminación ambiental</i>	40
3.1.4.	<i>Sección 4: Grado de conciencia ambiental</i>	43
3.1.5.	<i>Sección 5: Información de actividades antropogénicas relevantes</i>	47
3.2.	Inventario de actividades antropogénicas	50
3.3.	Puntos de muestreo	53
3.4.	Índice de Calidad del Agua (ICA)	55
3.4.1.	<i>Resultados obtenidos en laboratorio y cálculo del ICA</i>	55
3.4.1.1.	<i>Punto 1</i>	53
3.4.1.2.	<i>Punto 2</i>	56
3.4.1.3.	<i>Punto 3</i>	57
3.4.1.4.	<i>Punto 4</i>	58
3.4.1.5.	<i>Punto 5</i>	59
3.4.1.6.	<i>Punto 6</i>	61
3.4.1.7.	<i>Punto 7</i>	62
3.4.1.8.	<i>Punto 8</i>	63
3.4.1.9.	<i>Punto 9</i>	64
3.4.1.10.	<i>Punto 10</i>	65

CONCLUSIONES.....68
RECOMENDACIONES.....70
BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Ríos con cauce en el cantón Riobamba	19
Tabla 2-2:	Reservas ecológicas del cantón Riobamba	20
Tabla 3-2:	Orientaciones económicas de las parroquias rurales y la ciudad de Riobamba	21
Tabla 4-2:	Análisis de fiabilidad de la encuesta en IBM SPSS	22
Tabla 5-2:	Estaciones de muestreo para el río Chibunga en el	24
Tabla 6-2:	Metodologías usadas en el laboratorio para el análisis de las muestras de agua	26
Tabla 7-2:	Escala usada para interpretar la calidad del agua según Brown	27
Tabla 8-2:	Pesos ponderados para el índice de calidad del agua de NSF 1978	27
Tabla 9-2:	Hoja de cálculo en Microsoft Excel para el cálculo del ICA	32
Tabla 10-2:	Conclusiones según el valor obtenido de ICA.....	33
Tabla 1-3:	Actividades antropogénicas identificadas en las parroquias rurales del cantón Riobamba.....	50
Tabla 2-3:	Actividades antropogénicas identificadas en las parroquias urbanas del cantón Riobamba.....	51
Tabla 3-3:	Puntos de muestreo en el río Chibunga	54
Tabla 4-3:	Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P1	55
Tabla 5-3:	Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P2.....	56
Tabla 6-3:	Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P3.....	57
Tabla 7-3:	Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P4.....	58
Tabla 8-3:	Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P5.....	59
Tabla 9-3:	Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P6.....	61
Tabla 10-3:	Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P7.....	62
Tabla 11-3:	Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P8.....	63
Tabla 12-3:	Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P9.....	64
Tabla 13-3:	Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P10.....	65
Tabla 14-3:	Resumen de los ICA para los 10 puntos muestreados.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	SainSmart EC/pH/TEMP-983	26
Figura 2-3:	Resultado para el cálculo de la muestra de una población finita usando Decision Analyst STATS 2.0	34
Figura 3-3:	Ejemplo de ficha de registro de actividades antropogénicas	50
Figura 4-3:	Actividades detectadas en el tramo del río Chibunga en su paso por el cantón Riobamba.....	53
Figura 5-3:	Mapa de ubicación para los puntos de muestreo seleccionados	54
Figura 6-3:	Mapa de ubicación para los puntos de muestreo y sus ICA respectivos	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2:	Valoración de la calidad del agua en función de los coliformes fecales	288
Gráfico 2-2:	Valoración de la calidad de agua en función del pH	288
Gráfico 3-2:	Valoración de la calidad de agua en función de la DBO5	299
Gráfico 4-2:	Valoración de la calidad de agua en función de los nitratos	299
Gráfico 5-2:	Valoración de la calidad del agua en función de los fosfatos	30
Gráfico 6-2:	Valoración de la calidad del agua en función del cambio de temperatura	30
Gráfico 7-2:	Valoración de la calidad del agua en función de la turbidez	311
Gráfico 8-2:	Valoración de la calidad del agua en función de los SDT	311
Gráfico 9-2:	Valoración de la calidad del agua en función del OD	322
Gráfico 1-3:	Resultados para el parámetro edad	35
Gráfico 2-3:	Resultados para el parámetro género	35
Gráfico 3-3:	Resultados para promedio de ingreso mensual	35
Gráfico 4-3:	Resultados para actividad económica	366
Gráfico 5-3:	Resultados para el tiempo de residencia en las	366
Gráfico 6-3:	Resultados para servicios de saneamiento con los que cuenta la población	388
Gráfico 7-3:	Resultados para la percepción acerca de los servicios públicos de saneamiento	388
Gráfico 8-3:	Resultados para el nivel de satisfacción con los servicios públicos de saneamiento	388
Gráfico 9-3:	Resultados acerca de problemas ocasionados por desbordamiento del río	399
Gráfico 10-3:	Resultados acerca de conocimientos ambientales	40
Gráfico 11-3:	Resultados para la percepción acerca de la calidad ambiental	40
Gráfico 12-3:	Resultados acerca del conocimiento sobre desconocimiento de residuos sólidos	41
Gráfico 13-3:	Resultados acerca del deterioro del río	41
Gráfico 14-3:	Resultados acerca de la consideración de la afectación de las actividades hacia el río	41
Gráfico 15-3:	Resultados sobre el grado de afectación de los olores	42
Gráfico 16-3:	Resultados acerca de las autoridades ambientales	43
Gráfico 17-3:	Resultados acerca de la calidad del río y su influencia en la calidad de vida	43
Gráfico 18-3:	Resultados acerca de importancia de los árboles	44
Gráfico 19-3:	Resultados para percepción de la calidad ambiental	44

Gráfico 20-3:	Resultados acerca de los riesgos ambientales y el uso de fungicidas, pesticidas, etc.....	44
Gráfico 21-3:	Resultados actividades de limpieza en el río	45
Gráfico 22-3:	Resultados acerca de la predisposición en actividades de reducción de contaminación del río	45
Gráfico 23-3:	Resultados para dueños de actividades.....	45
Gráfico 24-3:	Resultados para servicios de saneamiento en actividades antropogénicas	47
Gráfico 25-3:	Resultados para servicios de saneamiento en actividades antropogénicas	47
Gráfico 26-3:	Respuestas para permisos ambientales	48
Gráfico 27-3:	Respuestas para las razones por las que no cuentan con permisos ambientales	48
Gráfico 28-3:	Respuestas acerca del control ambiental a las empresas	48
Gráfico 29-3:	Respuestas acerca del destino final de los residuos sólidos	499
Gráfico 30-3:	ICA para P1 en 4 momentos de muestreo	566
Gráfico 31-3:	ICA para P2 en 4 momentos de muestreo	577
Gráfico 32-3:	ICA para P3 en 4 momentos de muestreo	588
Gráfico 33-3:	ICA para P4 en 4 momentos de muestreo	599
Gráfico 34-3:	ICA para P5 en 4 momentos de muestreo	60
Gráfico 35-3:	ICA para P6 en 4 momentos de muestreo	611
Gráfico 36-3:	ICA para P7 en 4 momentos de muestreo	622
Gráfico 37-3:	ICA para P8 en 4 momentos de muestreo	633
Gráfico 38-3:	ICA para P9 en 4 momentos de muestreo	644
Gráfico 39-3:	ICA para P10 en 4 momentos de muestreo	666
Gráfico 40-3:	ICAS para los 10 puntos muestreados.....	677

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-01
ANEXO B:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-02
ANEXO C:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-03
ANEXO D:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-04
ANEXO E:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-05
ANEXO F:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-06
ANEXO G:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-07
ANEXO H:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-08
ANEXO I:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-09
ANEXO J:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-10
ANEXO K:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-11
ANEXO L:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-12
ANEXO M:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-13
ANEXO N:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-14
ANEXO O:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-15
ANEXO P:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-16
ANEXO Q:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-17
ANEXO R:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-18
ANEXO S:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-19
ANEXO T:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-20
ANEXO U:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-21
ANEXO V:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-22
ANEXO W:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-23
ANEXO X:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-24
ANEXO Y:	FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-25
ANEXO Z:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 1 EN EL MONITOREO 1 Y 2
ANEXO AA:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 2 EN EL MONITOREO 1 Y 2
ANEXO BB:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 3 EN EL MONITOREO 1 Y 2
ANEXO CC:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 4 EN EL MONITOREO 1 Y 2

ANEXO DD:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 5 EN EL MONITOREO 1 Y 2
ANEXO EE:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 6 EN EL MONITOREO 1 Y 2
ANEXO FF:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 7 EN EL MONITOREO 1 Y 2
ANEXO GG:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 8 EN EL MONITOREO 1 Y 2
ANEXO HH:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 9 EN EL MONITOREO 1 Y 2
ANEXO II:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 10 EN EL MONITOREO 1 Y 2
ANEXO JJ:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 1 EN EL MONITOREO 3 Y 4
ANEXO KK:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 2 EN EL MONITOREO 3 Y 4
ANEXO LL:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 3 EN EL MONITOREO 3 Y 4
ANEXO MM:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 4 EN EL MONITOREO 3 Y 4
ANEXO NN:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 5 EN EL MONITOREO 3 Y 4
ANEXO OO:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 6 EN EL MONITOREO 3 Y 4
ANEXO PP:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 7 EN EL MONITOREO 3 Y 4
ANEXO QQ:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 8 EN EL MONITOREO 3 Y 4
ANEXO RR:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 9 EN EL MONITOREO 3 Y 4
ANEXO SS:	FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 10 EN EL MONITOREO 3 Y 4
ANEXO TT:	FICHA DE REGISTRO PARA RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO - MUESTREO 1
ANEXO UU:	FICHA DE REGISTRO PARA RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO - MUESTREO 2

ANEXO VV: FICHA DE REGISTRO PARA RESULTADOS OBTENIDOS EN EL
LABORATORIO - MUESTREO 3

ANEXO WW: FICHA DE REGISTRO PARA RESULTADOS OBTENIDOS EN EL
LABORATORIO - MUESTREO 4

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

% O₂	Porcentaje de oxígeno disuelto
°C	Grados centígrados
DBO₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno para 5 días
Ec.	Ecuación
GADM	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal
ha	hectáreas
ICA	Índice de Calidad del Agua
IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
km	kilómetros
L	Litros
LMP	Límite Máximo Permisible
mg	miligramos
MINEDUC	Ministerio de Educación
mL	mililitros
mmH₂O	milímetros de columna de agua
MSP	Ministerio de Salud Pública
NMP	Número Más Probable
NO₃⁻	nitratos
NSF	National Science Foundation
NTE INEN	Norma Técnica Ecuatoriana del Servicio Ecuatoriano de Normalización
NTU	Nephelometric Turbidity Unit - Unidad Nefelométrica de Turbidez
OD	Oxígeno Disuelto
pH	Potencial de Hidrógeno
PO₄³⁻	fosfatos
Qi	Factor de intersección en las curvas de función
SDT	Sólidos Disueltos Totales

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la contaminación provocada por actividades antropogénicas en el río Chibunga, inicialmente se realizó una visita de observación para la valoración del área de estudio identificándose 400 habitantes y 25 actividades ubicadas en un área de influencia de 50 metros a cada orilla del río. Se encuestó a una muestra de 216 habitantes y encargados de dichas actividades con cinco secciones para obtener información socioeconómica y demográfica, prestación de servicios públicos, percepción de calidad y contaminación ambiental, conciencia ambiental e información de actividades relevantes. En la fase de campo se seleccionó 10 puntos de muestreo distribuidos en parroquias urbanas y rurales del cantón, se definió 2 períodos de muestreo con un intervalo de 90 días con 2 repeticiones en cada uno. En laboratorio se evaluaron 9 parámetros para la obtención del ICA según Brown: coliformes fecales, pH, DBO5, nitratos, fosfatos, diferencia de temperatura, turbidez, SDT y OD. Se obtuvo valores en el rango de calidad REGULAR y MALA, los puntos con el peor promedio de ICA fueron el 6 y 8 con una valoración de 47, seguidos de los puntos 5 y 7 con 48. Por el contrario, los mejores ICA se obtuvieron para los sitios 1, 2 y 3 con 67, 66 y 63 puntos respectivamente. Las actividades que mayor inciden en la contaminación del cauce son aquellas relacionadas con la agricultura y la ganadería. Concluyendo que la principal problemática identificada fue la descarga directa de aguas residuales e industriales, además de la escasa gestión de residuos sólidos. Finalmente, se recomienda reforzar la educación ambiental en la población del cantón, además de instaurar lineamientos que estén ligados a la mitigación de la contaminación, al igual que resulta relevante considerar la construcción de una PTAR.

Palabras clave: <CALIDAD DEL AGUA>, <CONTAMINACIÓN>, <ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS>, <ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA>, < MÉTODO DE BROWN > 0258-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the contamination caused by anthropogenic activities in the Chibunga river. Initially, an observation visit was made to assess the study area, identifying 400 inhabitants and 25 activities located in an area of influence of 50 meters on each shore from the river. A sample of 216 inhabitants and those in charge of said activities were surveyed with five sections to obtain socioeconomic and demographic information, provision of public services, perception of quality and environmental contamination, environmental awareness and information on relevant activities. In the field phase, ten sampling points distributed in urban and rural parishes of the canton were selected, and two sampling periods were defined with an interval of 90 days with two repetitions in each one. In the laboratory, nine parameters were evaluated to obtain the ICA according to Brown: faecal coliforms, pH, DB05, nitrates, phosphates, temperature difference, turbidity, SDT and OD. Values in the REGULAR and BAD quality ranges were obtained. The points with the worst ICA average were 6 and 8, with an assessment of 47, followed by points 5 and 7, with 48. On the contrary, the best ICA were obtained for sites 1, 2 and 3 with 67.66 and 63 points, respectively. The activities that most affect the contamination of the channel are those related to agriculture and livestock. The main problem identified was the direct discharge of residual and industrial water and the scarce management of solid waste. Finally, it is recommended to reinforce environmental education in the population of the canton, in addition to establishing guidelines linked to the mitigation of pollution, just as it is relevant to consider the construction of a WWTP.

Keywords: <WATER QUALITY>, <POLLUTION>, <ANTHROPOGENIC ACTIVITIES>, <WATER QUALITY INDEX>, <BROWN'S METHOD>

0258-DBRA-UPT-2023



Ing. Paul Obregón. Mgs

060192712-2

INTRODUCCIÓN

El río Chibunga atraviesa la ciudad de Riobamba además de varias comunidades y es contaminado en cada tramo habitado que recorre, ya que las aguas servidas y todo tipo de desperdicios se desechan en sus aguas sin ningún control provocando que el nivel de contaminación sea crítico. Según lo mencionado por Béjar y Mendoza (2018, p. 41), el agua del río es utilizada por las comunidades aledañas a su cauce en diversas situaciones, cumpliendo funciones de abastecimiento para actividades agrícolas y destino final de aguas residuales descargadas sin ningún tratamiento. Por otra parte, las actividades agrícolas se han extendido en los últimos años a lo largo de la microcuenca del río Chibunga, esto debido a su fácil acceso y condiciones adaptables para cualquier tipo de cosecha, esta práctica ha conllevado una serie de problemas graves como la erosión hídrica y altos niveles de contaminación orgánica. En vista de que aguas con fines agrícolas son descargadas directamente al río, estas se unen al caudal que recorre varias poblaciones que posteriormente usan el líquido para abrevadero de animales (Jaque y Potocí, 2015, p. 56).

Las aguas de desecho que se vierten en una corriente superficial sin ningún tratamiento causan inconvenientes graves de contaminación que afectan la flora y la fauna propias del río afectando también su equilibrio ecológico. Estos vertimientos pueden ser la causa de transmisión de enfermedades, generación de gases provocando malos olores y alteración paisajística. En el Ecuador el mayor foco de contaminación de los cuerpos de agua lo constituyen las descargas domésticas ubicadas en zonas exentas de sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento, el cantón Riobamba no es la excepción y una de las problemáticas más alarmantes para este caso es la descarga directa de aguas servidas al río como consecuencia de la falta de tratamiento por parte de un sistema municipal.

Todo lo mencionado incurre en la importancia de evaluar la calidad del río Chibunga en función de las actividades antropogénicas que durante los últimos años han incrementado en las riberas del cauce y con ello la inconciencia e irresponsabilidad ambiental de pobladores y autoridades. Finalmente, en el contexto social, científico y ambiental es relevante exponer las causas, consecuencias y culpables de que la contaminación de este afluente esté en aumento día tras día y no se tome acciones para mitigar, disminuir o remediar el daño que se ha causado a este componente ambiental céntrico en el cantón Riobamba.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las aguas del río Chibunga presentan contaminantes derramados como consecuencia de asentamientos humanos, actividades agrícolas y ganaderas, animales y basura desalojada a las orillas del río, descarga de canales de riego y aguas residuales. Esto resulta en que su calidad según el método de Brown sea categorizada como mala, indicando que las aguas de este río no deberían ser usadas de manera directa por la población (Cadme et al., 2018, p. 9). Así también otro investigador señala:

A las aguas del río Chibunga llegan heces fecales, material plástico, madera, hierro, restos agrícolas y alimenticios en estado de putrefacción, haciendo que la calidad de este se deteriore de manera drástica y acelerada, pese a esto, el agua llega a cultivos agrícolas que generan productos posteriormente distribuidos en la provincia y a nivel nacional (Mora, 2017, pp. 10-12).

Esta grave situación se evidencia en este caso debido a que:

La ciudad de Riobamba es el sector que más contaminación aporta al caudal del río Chibunga, con cerca de 350 litros por segundo de aguas contaminadas, haciendo que el 80% del caudal total de este afluente sea provisto de coliformes fecales, metales pesados, etc. (Giacometti 2012, p. 2).

Otro de los puntos clave en esta problemática es la presencia de residuos sólidos a lo largo del río, la contaminación se evidencia en los poblados asentados a lo largo de 20 km que arrojan basura directamente al cauce. La gente arroja los desperdicios sin ningún impedimento, evidenciando el ineficiente sistema de recolección y la poca sensibilización de las personas. Es por lo que Ramos menciona:

La EP-EMAPAR ha concentrado durante años sus esfuerzos en evitar las inundaciones en la urbe mediante la construcción de colectores combinados diseñados para abarcar las descargas de aguas residuales y de lluvia, brindando protección y control de caudales de escorrentía que evitan inundaciones en la ciudad. Pese a todo esto, el destino final del agua colectada sin tratamiento es el río Chibunga. (Ramos 2018, p. 32)

Finalmente, todo lo mencionado genera gran preocupación, no existen estudios suficientes que permitan conocer la situación actual del río Chibunga, por lo que resulta de gran relevancia

obtener datos presentes y precisos que reflejen la realidad ambiental de este recurso hídrico y permitan identificar las causas y focos que afectan en mayor grado su calidad.

JUSTIFICACIÓN

El río Chibunga y sus aguas son un recurso natural y paisajístico que constituye parte del patrimonio natural de la ciudad de Riobamba, alrededor del cual existen asentamientos humanos dedicados principalmente a labores de agricultura y ganadería. El tema de esta investigación surge ya que a pesar de que es de pleno conocimiento que el nivel de contaminación del río se ha incrementado, no se han tomado medidas preventivas o correctivas para mejorar su calidad; motivo por el cual se dará a conocer datos reales y confiables para concientizar sobre la realidad de la calidad de esta agua.

El estudio comenzó con la recolección de información de línea base sobre descripción geográfica y georreferenciación, uso del suelo circundante, datos socioeconómicos y densidad poblacional asentada a las riberas del río; esto con la finalidad de reconocer las principales actividades antropogénicas contaminantes que se ubican a lo largo del río a su paso dentro del cantón Riobamba, una vez identificadas, se continuó con el proceso de selección de puntos críticos para el muestreo. Además, mediante un sondeo por medio de encuestas se buscó conocer la percepción de las personas respecto a esta problemática con el propósito de evaluar la disponibilidad de la población a tomar medidas correctivas que ayuden a disminuir la polución del río. Posteriormente, se tomó muestras de distintos sitios de en zonas consideradas como focos de contaminación, y así se realizó análisis de laboratorio que incluían los parámetros que la legislación determina para este tipo de cuerpos de agua. Todo esto, con la finalidad de entregar un informe detallado que refleje la condición actual de la calidad del río Chibunga y así dar una propuesta de acciones que se debe tomar para mitigar los impactos negativos y las actividades para su conservación.

En cuanto a las consideraciones económicas, este proyecto de investigación fue financiado por los proponentes, por lo que no existen limitaciones financieras para lograr los objetivos planteados y entregar un producto de calidad. En el aspecto de accesibilidad a la información, existen publicaciones que evidencian los problemas más relevantes que deben ser investigados respecto a la creciente contaminación del río Chibunga, de manera que hay información verídica que marca los antecedentes que deben ser tomados en cuenta dentro de este proyecto investigativo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la contaminación por actividades antropogénicas en el río Chibunga, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar la línea base de la situación actual de las riberas del río Chibunga a su paso con el cantón Riobamba.
- Determinar un inventario de las principales fuentes antropogénicas de contaminación del río Chibunga en la zona de estudio mediante la observación.
- Analizar el nivel de contaminación hídrica a través de análisis fisicoquímicos y microbiológicos que permitan definir la calidad del agua.
- Aplicar el método de Brown para definir el Índice de Calidad del Agua (ICA) del río Chibunga.

CAPÍTULO I

1. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

1.1. Marco conceptual

1.1.1.1. Antecedentes de la investigación

Actualmente, la preocupación por el ambiente y la forma de protegerlo se ha incrementado sumando importancia a nivel nacional y mundial, pero, a pesar de esta necesidad tan extensa, los gobiernos no han logrado implementar políticas con compromisos que perduren en el tiempo y sean ejecutados de manera estricta. En Ecuador, la Constitución de la República contiene normas que destacan la obligación que tiene el Estado con la población en el sentido de otorgarle un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Paralelamente, es de interés público la declaratoria de preservación y conservación ambiental, la biodiversidad e integridad del patrimonio genético del país y la prevención y recuperación del daño ambiental (Conesa, 2012). En este contexto, de acuerdo a Ramos (2018, p. 7), la preocupación principal de la provincia de Chimborazo se centra en la gestión de recursos hídricos respecto a la contaminación creciente del río Chibunga, por la descarga de desechos industriales, aguas servidas, basura y desechos sólidos arrojados por la población circundante, los cuales se mezclan en el agua sin tratamiento alguno.

El río Chibunga nace de las vertientes ubicadas en las faldas del volcán Chimborazo y empieza su descenso por los páramos de El Arenal hasta llegar a zonas agrícolas de varias comunidades pertenecientes al cantón Riobamba, el cauce de este afluente es uno de los recursos hídricos con mayor incidencia en el desarrollo del cantón debido a que lo atraviesa demás de 25 comunidades cercanas, y se encuentra en la lista de los más contaminados de la Zona 3 del país. En las orillas de este recurso hídrico se encuentra ubicada la empresa Cemento Chimborazo, zonas agrícolas, ganaderas, urbanas, siendo estas actividades las principales responsables del deterioro de sus características ecológicas (Veloz y Carbonel, 2018, p. 18).

Durante años, el agua de este afluente se ha usado para la preparación de suelos y riego de sembríos extensos cuyos productos se comercializan a nivel nacional, y por más de dos décadas el índice de calidad del agua ha sido catalogado como agua de mala calidad o fuertemente contaminada (Cruz et al., 2018, p. 391), esto sucede debido a que la población junto con el sector industrial y agropecuario desechan sus desperdicios y aguas servidas sin ningún control, los mismos que por acción del viento y escorrentía son trasladados hacia tramos consecuentes del río

agravando la contaminación del recurso hídrico (Ramos, 2018, p. 36).

Diversos estudios realizados al agua proveniente del Chibunga, han identificado la presencia de agrotóxicos en el cauce del río Chibunga, en zonas que corresponden a áreas de producción agrícola, incrementando de sobremanera el nivel de polución del río, además la identificación del agua como un líquido de mala calidad se debe a la poca capacidad que tiene para autodepurarse, lo que establece que no es aceptable para abastecimiento público, recreación, pesca y vida acuática. Con el pasar del tiempo, el accionar ciudadano y el poco control por parte de las autoridades competentes han hecho que el río deteriore su caudal, la calidad del agua, riveras, ecosistemas y paisaje, convirtiéndolo en un espacio de disposición de desechos líquidos y sólidos (Mora, 2017, p. 11).

1.1.2. Agua

El agua cubre más del 70% de la superficie del planeta, ubicándose en océanos, lagos, ríos, en el aire y en el suelo. Es el sustento de la vida y contribuye a regular el clima. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible, solvente extraordinario y reactivo ideal (Fernández, 2012, p. 148). El mismo autor sostiene que del total de agua existente en el globo terráqueo solo el 2,5% es agua dulce, es un recurso renovable pero finito. Se debe tener en cuenta que la sustentabilidad no sería posible si no se conoce las fases del ciclo del agua, por eso es necesaria la utilización y distribución eficiente de este recurso (2012, p. 149).

Mencionar el agua es entrar en un complejo paradigma, debido a que, a pesar de ser un elemento abundante en la Tierra, escasea en muchos lugares. Como detalla Almeida (2013, p. 11), los ecosistemas de agua dulce son muy vulnerables debido a que los cauces soportan flujos de materiales constantes y con cambios bruscos y frecuentes, por lo que tardan mucho en librarse de los agentes contaminantes.

1.1.3. Agua superficial

El agua superficial es aquella que se encuentra sobre la superficie terrestre que se encuentra en quebradas, ríos, lagos, embalses y escorrentías; es producida por la precipitación y por aportes de zonas freáticas de la atmósfera. En otras palabras, es una fuente de abastecimiento para la población que aprovecha el recurso, además está expuesto a una mayor contaminación por la descarga de aguas residuales al cuerpo de agua, en su mayoría descargas domiciliarias e industriales (Municipalidad de San José y Universidad Nacional, 2014, p. 36).

1.1.4. Limnología

Es una rama de la ecología que se encarga del estudio ecológico de todas las masas de agua continentales, independiente de su origen, incluyendo el estudio de corrientes de agua lenticos y loticos. Teniendo como objetivo el estudiar los aspectos físicos, químicos y biológicos en un cuerpo de agua y las transformaciones de la materia y energía en estas aguas (Roldán y Ramírez, 2008, p. 246).

1.1.5. Contaminación

Se define a la contaminación como la incorporación de agentes físicos, químicos o biológicos a un recurso al que no pertenecen, generando modificaciones en la composición natural de un medio. En la actualidad es una de las más grandes preocupaciones sociales ya que esto afecta directa o indirectamente a la salud y el bienestar del ser humano y el ambiente (Peñaloza, 2012, p.2). Estos contaminantes en su mayoría son de origen antropogénico como consecuencia del desarrollo de procesos de tipo industrial, agrícola, agropecuario, clínico, entre otros, ya que al no contar con una adecuada planeación y sin considerar los impactos ambientales sujetos al desarrollo de sus actividades la cantidad de contaminantes comprometen la calidad ambiental del planeta (Dominguez, 2015, p.1-2).

1.1.5.1. Fuentes de contaminación

Según Guardarramas et al. (2016, p.2-3), de forma general, hay dos clases de fuentes:

- *Fuentes puntuales:* Son fácilmente identificables, pues descargan los agentes contaminantes en lugares o localizaciones específicas. Son fuentes fáciles de identificar, monitorear y regular.
- *Fuentes difusas:* No se pueden localizar fácilmente, afectando a las masas de aguas desde fuentes como escorrentías de zonas agrícolas que drenan hacia los ríos, siendo la más difícil de controlar.

1.1.6. Aguas residuales

Se entiende como aguas residuales a la acción y efecto de las actividades antropogénicas que introducen materias contaminantes, formas de energía o inducir condiciones en el agua de modo directo o indirecto, lo cual perjudica su calidad con relación a su función ecológica. El agua

residual está compuesta de componentes físicos, químicos y biológicos, constituido por una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos (Cuenca et al., 2012, p.81).

Por otro lado, menciona que las aguas residuales son el resultado de una combinación de efluentes domésticos conocidos como aguas negras que incluyen excremento, orina y lodos fecales y aguas grises (aguas servidas de lavado y baño); agua de establecimientos comerciales e instituciones, siendo los sólidos suspendidos, coloidales y disueltos lo que representan los mayores problemas para su tratamiento y disposición.

1.1.6.1. Aguas residuales domésticas

Según Osorio et al., (2021, p.229-230) las aguas residuales domésticas comprenden a aquellas utilizadas con fines higiénicos, que contienen residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas originadas en servicios domésticos y públicos, en establecimientos comerciales y drenados de aguas pluviales. Los tipos de contaminantes que resaltan en su mayoría son materia orgánica en suspensión y disuelta; sales minerales; microcontaminantes procedentes de nuevos productos.

1.1.6.2. Aguas residuales industriales

Son aquellas que proceden de cualquier taller o negocio, que se utilice el agua dentro de sus procesos de producción, incluyendo los líquidos residuales, aguas de procesos y aguas de refrigeración. Dentro de las industrias sus vertidos principalmente pueden ser orgánicos e inorgánicos, con materias en suspensión y con efluentes de refrigeración (Lutenberg, 2014, p.28).

Es necesario mencionar que cada actividad industrial aporta una contaminación determinada en función de las actividades que se desarrollen, siendo conveniente conocer el origen del vertido industrial para valorar su carga contaminante e incidencia en el medio receptor (Lutenberg, 2014, p.29).

1.1.7. Calidad del agua

Como menciona García et al., (2016, p.151), la calidad del agua viene establecida por su composición química, sus características físicas y biológicas que varían por diferentes procesos naturales y antropogénicos, ya sea por contacto y disolución de los componentes minerales de las rocas, además interfiere como disolvente de gases de la atmósfera, alterando así su calidad inicial. Asimismo, indica que la calidad del agua y su grado de alteración o contaminación está directamente relacionada con la modificación fisicoquímica, biológica o radiológica del recurso

natural agua, inducido por actividades socioeconómicas que limitan o perjudican su uso, se establece por la comparación de valores dados a los parámetros fisicoquímicos, biológicos, microbiológicos y radiológicos con estándares y criterios preestablecidos.

1.1.8. Impacto ambiental

Se entiende como impacto ambiental al efecto que producen las acciones humanas sobre el medio ambiente, siendo la alteración de la línea de base debido a la acción antrópica o a eventos naturales. Hay que tener en cuenta que los fines que busca el desarrollo de la humanidad provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social. Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable en el medio o en alguno de sus componentes, afectando el sistema ecológico (Gutierrez y Sánchez, 2009, p.1-2).

1.1.9. Inventario de actividades

El inventario es un documento simple que consiste en una redacción detallada, ordenada y valorada de aquel bien, actividad o servicio del cuál se desea obtener información. Sirve para comprobar cuáles son los elementos que componen dicho recurso y sirve para detectar posibles errores y corregirlos (IONOS, 2018).

1.2. Marco teórico

1.2.1. Ríos

Son corrientes de agua continua sobre la superficie terrestre, que pertenecen al grupo de aguas loticas, pues son cursos de aguas permanentes o temporarias que se desplazan sobre la superficie terrestre continental, debido a la fuerza de la gravedad terrestre siguiendo la pendiente del suelo y desembocan en el mar, lagos o se pierden dentro de los continentes (García et al., 2015, p. 125). Su origen se debe a la acumulación de agua de lluvia o al deshielo de las cubres montañosas, por su origen, el caudal de los mismos, no es igual en todas las épocas del año, presentando variaciones en su régimen en diferentes temporadas (COHIFE, 2015).

1.2.1.1. Clasificación de los ríos

Según Ecofield (2015), los tipos de ríos varían según su periodo de actividad, determinado por las condiciones y características del ecosistema y las precipitaciones del lugar. A continuación, se menciona la clasificación según dicho autor:

- *Perenne*: son de regiones donde no existe un déficit de escorrentía excesivamente largo, incluso en áreas donde llueve poco existen ríos con caudales permanentes si poseen una alimentación freática suficiente. Estos ríos experimentan cambios estacionales y diarios en su caudal, debido a las fluctuaciones de las características de la cobertura vegetal y las condiciones atmosféricas del lugar.
- *Estacionales*: Se encuentran en zonas con clima tipo mediterráneo que cuenta con estaciones muy diferenciadas, con inviernos húmedos y veranos secos.
- *Transitorios*: Son ríos de zonas con clima desértico o seco de caudal esporádico, donde se puede estar sin precipitaciones durante años, pero en ocasiones donde hay regímenes torrenciales, los ríos surgen rápidamente y a gran velocidad.
- *Alóctonos*: Se dan en zonas áridas, cuyas aguas proceden de otras regiones más lluviosas.

1.2.1.2. Componentes de un río

Para Mendoza (2015, p.1), las partes más importantes comprenden la distancia que recorre el río desde la naciente hasta la desembocadura:

- *Curso superior o río joven*: poseen pendiente pronunciada, el desplazamiento de las aguas es acelerado y de gran poder erosivo, da lugar a rápidos, cañones y pongos.
- *Curso medio o río adulto*: tiene pendiente menos pronunciada, su erosión es más horizontal, forma valles estrechos o medianamente ensanchados.
- *Curso inferior o río anciano*: pendiente suave, desplazamiento lento, desarrolla un proceso de deposición de material formando valles amplios y llanuras aluviales.

1.2.2. Índice de Calidad del Agua

El índice de calidad del agua (ICA) se ha consolidado como una herramienta que facilita la identificación de la calidad del agua de un cuerpo subterráneo o superficial en un tiempo determinado. Generalmente, el ICA incorpora datos de algunos parámetros físicos, químicos y biológicos, en una ecuación matemática, mediante la que es posible la evaluación de un cuerpo de agua (Yogendra y Puttaiah, 2011, p. 343).

A través del ICA se puede realizar un análisis general de la calidad de la calidad del agua en distintos niveles, además de determinar la vulnerabilidad del cuerpo hídrico frente a amenazas potenciales; entonces, esta herramienta nace como una alternativa para la evaluación de los cuerpos hídricos permitiendo que los procesos de formulación de políticas públicas y seguimientos de impactos ambientales sean eficaces (Torres et al., 2009, p. 83).

1.2.2.1. Metodología WQI-NSF (Water Quality Index)

El Índice de Calidad de Agua (ICA), fue desarrollado en 1970 por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos mediante el uso de la técnica de investigación Delphi. El índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del ICA que fue desarrollado por la NSF como un sistema para comparar ríos (Quiroz et al., 2017, p. 41).

Para la obtención de este índice se llevaron a cabo tres estudios consecutivos. En el primero, se presentaron 35 variables a incluir en el índice, y después de un análisis por expertos se clasificaron por categorías de acuerdo a su importancia (Brown et al., 1970, p. 340 citados en; Valcarcel et al., 2009, p. 3).

En el segundo estudio se presentó una evaluación comparativa, y se identificaron 9 variables más relevantes: coliformes fecales, pH, DBO₅, nitratos, fosfatos, cambio de temperatura, turbidez, SDT y oxígeno disuelto. Finalmente, se elaboraron gráficos que representaban la variación de la calidad del agua con un rango de valores por cada parámetro escogido, estas curvas tomaron el nombre de “relaciones funcionales” o “curvas de función” (Brown et al., 1970, p. 340 citados en; Valcarcel et al., 2009, p. 3).

1.2.3. Parámetros de evaluación del ICA

1.2.3.1. Coliformes fecales

El control de la calidad del agua llevarse a cabo por el recuento de bacterias indicadoras de contaminación fecal. El grupo de microorganismos fecales es adecuado como indicador de contaminación fecal debido a que forman parte de la microbiota normal de los organismos, por lo que su presencia en el agua indica la presencia de coliformes en el ambiente acuático. Los microorganismos indicadores tienen un comportamiento similar a los patógenos en cuanto a concentración en las aguas y reacción frente a factores ambientales, pero son más fáciles, rápidos y económicos de identificar, una vez identificados se puede inferir cuáles organismos patógenos

se encuentran presentes y su comportamiento frente a diferentes factores (Larrea-Murrell et al., 2013, p.25-26).

1.2.3.2. Potencial de hidrógeno (pH)

Es definido como un valor numérico u operador adimensional que se relaciona con el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno a una temperatura dada, la cual indica los índices de acidez y alcalinidad del agua, que pueden variar entre 0 y 14, donde 0 es el valor más ácido, 7 es neutro y 14 es el más básico. Las aguas naturales generalmente tienen un pH entre 6,5 y 8,5, y depende de las condiciones del entorno, salvo en el caso de vertimientos industriales (García et al., 2016, p.160).

1.2.3.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

La DBO es una medida de la cantidad de oxígeno consumido en el proceso biológico de degradación de la materia orgánica en el agua, la *DBO₅* es el contenido de oxígeno consumido por dicho proceso en cinco días.

La palabra degradable se interpreta como una expresión que incluye la materia orgánica que sirve de alimento a las bacterias presentes en aguas naturales, en aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales. Este parámetro permite obtener información sobre la capacidad de amortiguamiento de los efectos relacionados con la disminución de oxígeno, en términos de la autodepuración de una corriente de agua y es la base del cálculo para el diseño de plantas de tratamiento (García et al., 2016, p.162).

1.2.3.4. Nitratos

El nitrógeno en la naturaleza se encuentra en manera de nitratos y nitritos, el nitrato se acumula en cuencas hidrográficas agrícolas, donde por medio de actividades agropecuarias estos fertilizantes inorgánicos fluyen hacia el agua. En este contexto, los nitratos son la forma de nitrógeno que se encuentra en mayor concentración, y constituyen la principal fuente de contaminación difusa de los aguas, por lo cual es necesario cuantificarlos para evitar futuros problemas por el consumo de estas aguas contaminadas, debido a que las altas concentraciones se convierten en un problema que representa riesgos para la salud (Swistock, 2020, p. 2).

1.2.3.5. Fosfatos

El ion fosfato se encuentra a partir del fósforo inorgánico de manera natural en su ciclo en el ambiente, se sabe que el ion fosfato actúa como un nutriente en el crecimiento de algas, siendo un indicador de una alta concentración de fosfatos. Comúnmente, en el agua se encuentran fosfatos orgánicos, cuya principal fuente son los procesos biológicos de los organismos acuáticos, otra fuente importante de fosfatos en las aguas superficiales son las descargas domésticas e industriales que contienen como residuo detergentes comerciales además de fertilizantes provenientes de áreas agrícolas, dando paso a un proceso de eutrofización (Bolaños et al., 2017, p.18).

1.2.3.6. Cambio de temperatura

En el transcurso de las corrientes de agua se ven sometidas a variaciones de temperatura a lo largo de su recorrido debido a fluctuaciones del clima, variaciones altitudinales. Cuando la temperatura del agua se incrementa, la velocidad de las reacciones químicas aumenta, junto a la evaporación y volatilización de sustancias químicas, en su mayoría orgánicas, así también disminuye la solubilidad de los gases en el agua. Su temperatura varía en las diferentes épocas del año, además se pueden encontrar anormalmente altas debido a descargas térmicas procedentes de industrias termoeléctricas, fundiciones, entre otros (García et al., 2016, p.159).

1.2.3.7. Turbidez

La turbidez, técnicamente, es una expresión de la propiedad óptica que causa que la luz se disperse y absorba, en lugar de transmitirse en línea recta a través del agua. La causa más frecuente es la materia en suspensión como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas divididas finamente, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos (García et al., 2016, p.162). El mismo autor menciona que la turbidez de un cuerpo o corriente de agua es un factor que establece la calidad y productividad de estos sistemas, y los resultados de este parámetro se obtienen a partir de la dispersión y absorción de la luz incidente sobre las partículas y están controlados por el tipo y concentración de materia suspendida.

1.2.3.8. Sólidos Totales Disueltos (STD)

Es una medida de la materia que no puede ser removida por un filtro tradicional, siendo la suma de todos los minerales, metales y sales disueltos en el agua lo que puede resultar en un aumento de la conductividad y es un buen indicador de la calidad del agua, es considerado como un

contaminante secundario, un valor elevado proporciona al agua apariencia turbia (Sigler y Bauder, 2014, p. 9).

1.2.3.9. Oxígeno Disuelto (OD)

Se entiende como el oxígeno libremente disponible en el agua, su solubilidad se debe a varios factores, en particular a la temperatura, presión atmosférica y salinidad, la solubilidad del oxígeno disminuye a medida que estos factores aumentan. El déficit de oxígeno indica la diferencia de oxígeno disuelto en agua, el cual puede estar en función de la presencia de vegetales, materia orgánica oxidable, organismos y gérmenes aerobios, así como la perturbación de cambios atmosféricos y la presencia de factores externos, mientras mayor sea el déficit, más críticas son las condiciones de oxigenación del agua (García et al., 2016, p.161).

1.2.4. Contaminación del agua

Como indica Gómez (2018, p.7), en la actualidad el agua se encuentra amenazada por la constante contaminación generada por actividades antropogénicas y la reducción de las fuentes hídricas, alterando las características naturales del cauce, la presencia de estos desechos altera sus propiedades naturales convirtiéndola total o parcialmente inadecuada para el consumo humano y el desarrollo vital de plantas y animales. Afectando mayormente a países en vías de desarrollo al no poseer los recursos para la depuración del agua y la regeneración de las aguas residuales.

Además, menciona que la contaminación del agua viene dada por el desarrollo industrial, la cantidad y diversidad de agentes contaminantes que son vertidos directamente, entre los que destacan microorganismos bacterianos, virales, fúngicos y parasitarios, además de metales pesados, sustancias radiactivas, insecticidas, fertilizantes, residuos tóxicos industriales, entre otros.

1.2.4.1. Principales fuentes de contaminación del agua

- *Fuentes naturales:* Estas se encuentran directamente relacionadas con el espacio físico por donde el agua sigue su curso, es decir, dependen de los terrenos que atraviesa el agua y pueden contener sustancias naturales resultantes del contacto con la atmósfera y el suelo (sales minerales, calcio, magnesio, hierro, etc.); aunque estos componentes pueden llegar a ser

nocivos para la salud, generalmente son sustancias fácilmente identificables (Sanchón, 2018, p. 5).

- *Fuentes artificiales:* Son producidas como consecuencia de las actividades humanas, el desarrollo industrial ha provocado la presencia de ciertos componentes que resultan peligrosos para el medio ambiente y para los organismos vivos ya que son difícil de eliminar de manera natural (Sanchón, 2018, p. 5).

1.2.4.2. Tipos de contaminantes del agua

Como Roldán y Ramírez (2008, p.350-354), mencionan existen varias clases de sustancias que pueden contaminar el agua, cambiando su composición natural, destacando los siguientes:

- *Sólidos en suspensión:* Proviene de la erosión de los suelos, actividades mineras, agrícolas e industriales, las cuales aumentan la turbiedad del agua disminuyendo la actividad fotosintética, causando daño a los organismos acuáticos y perturbación del ecosistema natural.
- *Sustancias tóxicas:* Debe diferenciarse la acción del tóxico sobre el organismo que lo ingiere o están en contacto con el mismo, por su efecto de bioacumulación o magnificación de los contaminantes, el mayor problema se concentra en aquellas sustancias recalcitrantes o resistentes a la descomposición, por su poder acumulativo, poniendo en peligro la estabilidad del ecosistema y la vida animal y humana.
- *Metales pesados:* Se originan en centros industriales y mineros principalmente, además de compuestos usados en agricultura para el control de plagas, causando efectos acumulativos en las cadenas tróficas.
- *Detergentes:* Por su composición química son agentes activos y reforzadores, a causa de sus cadenas de hidrocarburos ramificadas, son poco biodegradables, por lo que su acción perdura por varias semanas e incluso meses en el agua, bajando la tensión superficial del agua, ejerciendo un efecto oxigenador, contribuyendo la eutrofización por su contribución de fosfatos. Los detergentes se convierten en agentes recalcitrantes en el tratamiento de aguas.
- *Sales:* Se producen por neutralización ácido-base, derivándose de la industria, un aumento de sales en los ecosistemas acuáticos ocasiona problemas de osmorregulación de los organismos, eliminando así a los menos tolerantes a estos cambios.
- *Contaminación térmica:* La mayoría de los organismos acuáticos son de tipo poiquilotermos, es decir, que su temperatura interna no es autorregulada, variando en función de la temperatura ambiental. La elevación de la temperatura ocasiona que se escape más oxígeno del agua y favorece un mayor consumo por parte de la materia orgánica en descomposición.

- Otras formas de perturbación se dan por basuras, vertimientos industriales, derrame de hidrocarburos y obras de ingeniería, los contaminantes orgánicos o inorgánicos provocan una serie de modificaciones físicas y químicas en los ecosistemas acuáticos.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización del área de estudio

El río Chibunga nace en las faldas del volcán Chimborazo y desciende por los páramos de la parroquia San Juan para unirse al río Sicalpa en el sector de la fábrica de Cemento Chimborazo. Este afluente limita al norte y este con las comunidades del cantón Riobamba, al sur con el cantón Chambo y al oeste con el cantón Colta. Esta investigación se centrará en el tramo del río que discurre por el cantón Riobamba, ya que recoge las descargas de comunidades como la ciudadela de los Shyris, barrio el Pedregal, comunidades rurales, etc. (Cadme et al., 2018, p. 9).



Ilustración 1-2: Mapa de ubicación del río Chibunga en su cruce por el cantón Riobamba

Fuente: Instituto Geofísico Militar, 2013.

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

El río Chibunga se encuentra dentro de los límites cantonales, cruzando cinco parroquias en su recorrido, empieza con la parroquia San Juan ubicada en la cabecera cantonal donde el afluente abarca 5,78 km, seguido de la parroquia Calpi correspondiendo a una distancia de 0,98 km de su

cauce, a su vez cubre la parroquia Licán con 3,53 km, Riobamba con 5,28 km y la parroquia San Luis con 6,66 km (Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2015, p. 182).

Se sabe que en los sectores por donde discurre el río existen una serie de factores detonantes, pudiendo resaltar la planta de tratamiento de aguas residuales del sector Santa Cruz que se encuentra a 120 metros de distancia de la zona de captación para el agua de consumo de la parroquia San Luis. Esta sección se encuentra en la zona de inundación propia del río Chibunga, y la estructura de la planta de tratamiento durante varios años se ha visto afectada por la erosión hídrica del mismo cuerpo de agua poniendo en riesgo la zona de captación (Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2020, p. 32).

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial publicado por el Gobierno Municipal del cantón Riobamba (2020, p. 70), menciona como prioridad en la problemática cantonal la contaminación de la cuenca hidrográfica del río Chibunga por arrojado de desechos sólidos, residuos de construcción, aguas residuales, desechos industriales y quema de vegetación, todo esto vinculado al desinterés de la población por la conservación ambiental.

2.2. Información línea base

2.2.1. Componente abiótico

2.2.1.1. Clima

Dentro del cantón se identifican tres tipos de clima, templado frío (46,72%) en el noroeste del cantón donde se ubica la parroquia San Juan, áreas semifrías (32,41%) y zonas de frío moderado (46,72%) que ocupan la cabecera parroquial de San Juan. De acuerdo a la clasificación de Thornthwaite el clima de la ciudad de Riobamba se clasifica como de templado frío a semifrío con una altitud de 2750 m.s.n.m y una temperatura promedio de 12,3 °C (Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2020, p. 26).

2.2.1.2. Precipitación

La cantidad de lluvia registrada en los meses de mayor precipitación se da en abril y noviembre con 78 y 83,4 mmH₂O respectivamente. Por el contrario, los meses con menor presencia de precipitación son julio y agosto con 2,8 y 3,4 mmH₂O respectivamente, dando un promedio de 40,94 mmH₂O al año (Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2020, p. 26).

2.2.1.3. *Uso de suelo*

El área rural que está conformada por once parroquias tiene una gran capacidad de producción correspondiendo en un 36% a cultivos de ciclo corto, 29% de misceláneo de cereales, 15% de misceláneo de hortalizas y finalmente 14% de maíz suave; lo que corresponde a 10919,9 ha. Paralelamente, la zona urbana tiene una extensión de 3984,3 ha de las cuales la mayoría corresponden a la ciudad y las cabeceras urbano-parroquiales (Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2020, p. 29).

2.2.1.4. *Agua*

El Cantón Riobamba se encuentra delimitado por las cuencas del río Guayas con un área de 4698,2 hectáreas, y del río Pastaza con una superficie de 93031,5 hectáreas. Para el cumplimiento de los objetivos de este estudio se tendrán en cuenta los cuerpos de agua de aquellas parroquias por donde el río Chibunga tiene su cauce, entre ellas están:

Tabla 1-2: Ríos con cauce en el cantón Riobamba

PARROQUIA O CIUDAD	NOMBRE DEL RÍO	LONGITUD (km)
San Juan	Calera	4,10
	Chimborazo	13,55
	Culebrillas	2,07
	Ganguis	5,69
	La Esperanza	0,05
	Pasoazo	3,37
	Tauri	0,06
	Chibunga	5,78
	Tililag	5,36
Calpi	Chibunga	0,98
	Chimborazo	3,69
Licán	Chibunga	3,53
San Luis	Chambo	3,51
	Chibunga	6,66
San Pedro de Riobamba	Chambo	0,84
	Chibunga	5,28

Fuente: Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2015, p. 185.

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

2.2.2. *Componente biótico*

El cantón consta con un área de flora diversa ubicada en sus diferentes componentes parroquiales como se muestra a continuación.

Tabla 2-2: Reservas ecológicas del cantón Riobamba

PARROQUIA	RESERVA	ÁREA (ha)
Licto, Quimiag, Pungalá	Bosque a mosaico agropecuario	403,4
	Bosque a vegetación arbustiva	383,6
Licto, Quimiag	Bosque a natural	10,2
Pungalá, Quimiag	Bosque a páramo	388,2
Licto	Bosque a vegetación herbácea	114

Fuente: Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2020, p. 29.

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

Respecto a la fauna dentro del cantón se cuenta con varias especies de mamíferos como: vicuñas, alpacas, lobos de páramo, venados de páramo, chucuris, etc. Entre las especies de aves se puede mencionar: curiquingues, guarros, vencejos, cóndor, patos de páramo, picaflor, colibrí, mirlo, gallinazo, gavilán, lechuza, ligle (Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2015, p. 69).

2.2.3. *Componente socioeconómico*

De acuerdo al censo realizado en el 2010, el cantón Riobamba contaba con 225.741 habitantes y las proyecciones demográficas realizadas por el INEC indicaban que para el 2018 este número se incrementaría hasta 258.597 personas distribuidas porcentualmente con un 52,7% de mujeres y 47,3% de hombres. Para el 2020 la ciudad de Riobamba por medio de su GADM proyectaba una población de 183.318 habitantes en el área urbana y 80.730 habitantes en el área rural, representando el 69,43% y 30,57% respectivamente. Esta población se encuentra distribuida en 11 parroquias rurales y 5 urbanas (Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2020, p. 33-34).

2.2.3.1. *Pobreza*

Del total de la población del cantón un 46,5% registra índices promedio de pobreza por necesidades básicas insatisfechas, de este porcentaje el 28% corresponde al área urbana y el 72% a la ruralidad concentrado mayormente en las parroquias Cacha, Cubijies, Flores, Licto, Pungalá, Punín y Quimiag, y de menor incidencia en parroquias como Licán, San Juan, San Luis y Calpi (Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2020, p. 35).

2.2.3.2. *Educación*

De acuerdo a los indicadores del MINEDUC, dentro del cantón Riobamba el porcentaje de analfabetismo corresponde a un 2,56% ubicado solo en el sector rural, específicamente en la parroquia Cacha. Igualmente, el índice de deserción escolar se ubica en un 7% en la zona rural y 3% en la zona urbana (Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2020, p. 35).

2.2.3.3. Salud

La Red Pública de Salud dentro del cantón Riobamba dispone de 3 centros de salud, 8 subcentros y 3 puestos de salud con médicos generales. El MSP cuenta con un Hospital General de Especialidades y otro Pediátrico, 2 centros de salud, 9 subcentros de salud urbanos, 10 subcentros de salud rurales y 17 puestos de salud. El IESS dispone de un hospital, 23 unidades de atención de consulta externa y 10 unidades de Seguro Social Campesino (Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2020, p. 35).

2.2.3.4. Economía

La economía cantonal de Riobamba históricamente ha venido consolidada por actividades económicas relacionadas con la agricultura y ganadería, pero la ausencia de políticas de fomento productivo ha incidido en el cambio de actividades constituyendo un problema de despoblamiento de áreas rurales. La PEA corresponde a 100.585 personas correspondiendo a un 44,56% de la población, distribuidos en un 53,72% de hombres y 46,28% de mujeres. De acuerdo a niveles de ocupación el porcentaje de subempleo es de 78,79% y el desempleo es de 2,92% (INEC, 2010).

El análisis de especialización económica realizada por el GADM del cantón (2020, p. 41), arrojó la siguiente información sobre las orientaciones económicas de la población en las localidades rurales y la ciudad de Riobamba:

Tabla 3-2: Orientaciones económicas de las parroquias rurales y la ciudad de Riobamba

PARROQUIA O CIUDAD	ORIENTACIÓN ECONÓMICA	SECTOR ECONÓMICO
Cacha, Calpi, Flores, Licto, Pungalá, Punín, Quimiag, San Juan y San Luis	Agricultura y ganadería	Primario
Licán	Agricultura y ganadería	Primario
	Industrias manufactureras	Secundario
	Comercio al por mayor y menor	Terciario
Cubijies	Agricultura	Primario
	Construcción	Secundario
San Pedro de Riobamba	Actividades administrativas, comerciales, servicios financieros, de salud, educación, transporte, telecomunicaciones, etc.	Terciario

Fuente: Gobierno Municipal del cantón Riobamba, 2020, p. 41.

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

2.3. Recolección de información

La recolección de información para el cumplimiento de los objetivos de este estudio se realizó mediante la aplicación de una encuesta elaborada por la herramienta Google Forms, esta fue aplicada a los pobladores de la zona en la semana del 13 al 17 de junio de 2022. El formulario estuvo dividido en 5 secciones, cuyo objetivo fue la recolección de datos nominales enmarcados en los siguientes contextos:

- Sección 1: Información socioeconómica y demográfica.
- Sección 2: Información sobre prestación de servicios públicos municipales.
- Sección 3: Percepción de la calidad y contaminación ambiental.
- Sección 4: Grado de conciencia ambiental.
- Sección 5: Información de actividades antropogénicas relevantes.

El instrumento fue diseñado de manera que pueda ser utilizado para los ciudadanos que residen en las riberas del río, como para los dueños/encargados de las actividades antropogénicas relevantes. Para computar la confiabilidad de la encuesta elaborada se realizó un análisis del coeficiente Alfa de Cronbach en el software IBM SPSS Statistics en su versión 28.0.1.1. El Alfa de Cronbach es un modelo de consistencia interna, basado en el promedio de las correlaciones entre los ítems, siendo el mayor valor teórico de Alfa 1, dicho en otras palabras, a mayor valor de Alfa, mayor fiabilidad (García et al., 2010, p. 26).

Los datos a los que se aplica el procedimiento deben estar codificados numéricamente, para ello, se hizo una aplicación piloto de la encuesta a 20 personas, y los ítems incluidos para el análisis fueron únicamente aquellas cuyas respuestas se podían puntuar, teniendo 1 para “Sí” y 2 para “No”. El análisis final fue hecho a 20 de los 29 ítems propuestos, ya que, de los 8 restantes, 5 eran únicamente para la recolección de información socioeconómica – demográfica y los otros 3 contenían preguntas de opción múltiple. Luego de analizar los 20 ítems del instrumento, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 4-2: Análisis de fiabilidad de la encuesta en IBM SPSS

Resumen de procesamiento de casos			Estadísticas de fiabilidad	
Casos	N	%	Alfa de Cronbach	N de elementos
Válido	18	90,00	0,940	20
Excluido	2	10,00		
Total	20	100,00		

Fuente: IBM SPSS Statistics, 2022.

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

El resultado de 0,94 para Alfa de Cronbach convierte al instrumento en confiable y lo hace apto para su uso en la recolección de información. La muestra a la cual se debe aplicar la encuesta se basa en una metodología no probabilística, es decir, luego de la observación en el área de estudio se determinará un aproximado de habitantes en la zona adyacente al cauce del río y de allí se extraerá una muestra con la aplicación del software Decision Analyst STATS™ 2.0.

2.4. Determinación del inventario de actividades antropogénicas

La recopilación de información acerca de las actividades antropogénicas que se desarrollan a lo largo de la ribera del río Chibunga, fue realizada mediante una ficha de registro elaborada en Microsoft Word. Para esto se realizó una visita de observación en la semana del 6 al 11 de junio de 2022. Esto permitió identificar las actividades antropogénicas más relevantes dentro del área de estudio, que sirvieron como lugares referentes para la posterior selección de los puntos que debían ser muestreados.

La ficha recolectó información como: tipo de actividad, encargado, dirección, coordenadas, tiempo de existencia de la actividad, los servicios básicos con los que cuenta, observaciones generales, y finalmente un registro fotográfico; el documento se presenta en la sección anexos desde el numeral A hasta el Y.

2.5. Muestreo

2.5.1. Selección de los puntos de muestreo

Para ejecutar el monitoreo de los parámetros establecidos en el ICA, se realizó el reconocimiento previo al trabajo de campo, la visita fue efectuada la semana del 4 al 8 de julio del 2022, a fin de seleccionar diez puntos de muestreo óptimos, para ello se tomó en consideración la ubicación de las actividades antropogénicas en un área de influencia de 50 metros a cada lado del cauce. Se efectuó la identificación de aquellas actividades que tenían influencia directa en los cambios ecosistémicos del cauce a fin de lograr especificar puntos de muestreo cuyos resultados sean representativos siguiendo los lineamiento de la norma NTE INEN ISO 5667-3: 2014.

La georreferenciación de los puntos seleccionados se elaboró por medio del software ArcGIS 10.4.1, que permitió obtener los mapas con la ubicación de la microcuenca, las actividades seleccionadas como influencia directa y los puntos de muestreo.

2.5.2. Criterios de selección para los puntos de muestreo

A continuación, se describen los criterios tomados en consideración para la selección de puntos de muestreo:

- Accesibilidad al sitio (vehicular y peatonal).
- Facilidad de obtención de muestras y transporte de materiales para el muestreo.
- Cercanía con áreas residenciales, agrícolas o industriales.
- Puntos con turbulencia, velocidad y caudal suficiente para lograr una muestra homogénea y representativa.
- Seguridad en el punto de muestreo y sus alrededores en caso de condiciones meteorológicas adversas.

2.5.3. Metodología para el muestreo

El muestreo para el río Chibunga se llevó a cabo siguiendo las consideraciones de las normas: NTE INEN 2176: 2013, NTE INEN 2169: 2013 y NTE INEN ISO 5667-3: 2014. El monitoreo se realizó en 2 momentos: julio-agosto y noviembre con 2 repeticiones en cada una para corroborar la veracidad de los resultados obtenidos.

Los datos recogidos para cada muestra recolectada se registraron en una ficha, documento que fue de elaboración propia realizado en Microsoft Word. Las fichas se presentan en la sección anexos desde el numeral Z hasta el SS. El propósito del documento fue la recolección de información como: responsable del muestreo, código de la muestra, coordenadas, fecha de muestreo, altitud, hora, condición climática, zona (urbana o rural), datos recogidos in situ, observaciones generales y registro fotográfico.

Se seleccionaron 4 estaciones de muestreo, tomando en consideración un intervalo de tiempo de al menos 90 días entre la primera y última obtención de datos, de modo que las estaciones de muestreo estuvieron desglosadas de la siguiente manera:

Tabla 5-2: Estaciones de muestreo para el río Chibunga en el año 2022

Estación de muestreo	Mes	Codificación	Fecha
1	Julio	M1	27/07/2022
2	Agosto	M2	03/08/2022
3	Noviembre	M3	09/11/2022
4	Noviembre	M4	16/11/2022

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

2.6. Determinación del Índice de Calidad del Agua

Como menciona Quiroz (2017, p. 45), en el Ecuador la metodología usada para el cálculo es la propuesta por Brown basada en la evaluación de nueve parámetros, el procedimiento se fundamenta en un promedio aritmético ponderado de nueve variables y se determina mediante la ecuación:

$$ICA = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i w_i$$

(Ec. 1-2)

Donde:

w_i : Representa el factor de importancia o ponderación de la variable i respecto a las restantes variables que conforman el índice.

Q_i : Corresponde con el factor de escala de la variable, depende de la magnitud de la variable y es independiente de las restantes.

i : Representa la variable o parámetro considerado.

El valor de Q_i se calcula a partir de funciones de calidad, expresadas a partir de ecuaciones o curvas para cada variable con el objetivo de transformar los valores de cada parámetro en una escala adimensional en función de su expresión en diferentes unidades para permitir su agregación (Quiroz et al., 2017, p. 1-51).

2.6.1. Análisis in situ

Los análisis realizados in situ fueron temperatura y pH, usando el equipo portátil SainSmart EC/pH/TEMP-983. Estos parámetros se miden en el lugar para más precisión y confiabilidad en los datos obtenidos, adicional a esto, la temperatura ambiente se tomó de la página del INAMHI.

A continuación, se presenta el equipo portátil usado:



Figura 1-2: SainSmart EC/pH/TEMP-983

Fuente: Amazon.com, Inc., 2022.

2.6.2. Análisis de laboratorio

Los análisis fisicoquímicos realizados en laboratorio fueron ejecutados en el Laboratorio de Calidad del Agua de la Facultad de Ciencias, se siguieron las metodologías descritas en la siguiente tabla según la normativa vigente y los parámetros dispuestos para el cálculo del ICA:

Tabla 6-2: Metodologías usadas en el laboratorio para el análisis de las muestras de agua

Parámetro	Unidades	Método
Coliformes Fecales	NMP/100ml	NTE INEN 1205:2013
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidades de pH	Potenciométrico (Standard Methods 4500-H+B)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	Método Yodométrico NTE INEN 1106: 2013
Nitratos	mg/L	Método de reducción de cadmio NTE INEN 995:2013
Fosfatos	mg/L	Método HACH 8048 (Ácido ascórbico)
Temperatura	°C	Termómetro (Standard Methods No 2550 B)
Turbidez	NTU	NTE INEN-ISO 7027
Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg/L	Conductímetro NTE INEN-ISO 10523
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	Método Yodométrico NTE INEN 1106: 2013

Fuente: (Lobos, 2002).

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

2.6.3. Cálculo del ICA

En la República del Ecuador la metodología usada para el cálculo del ICA es la propuesta por Brown en 1970, esta se basa en la evaluación de 9 parámetros o variables. El índice de calidad de agua propuesto por la NSF se fundamenta en dicho procedimiento y se determina por medio de la Ec. 1-2 (Quiroz et al., 2017, p. 44). En la siguiente tabla se refleja la escala utilizada para interpretar el resultado final de la calidad del agua:

Tabla 7-2: Escala usada para interpretar la calidad del agua según Brown

Calidad del agua	Valor del ICA	Color
Excelente	91-100	Azul
Buena	71-90	Verde
Regular	51-70	Amarillo
Mala	26-50	Naranja
Muy mala	0-25	Gris

Fuente: Lobos, 2002.

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

También, existen pesos ponderados para cada parámetro a ser evaluado:

Tabla 8-2: Pesos ponderados para el índice de calidad del agua de NSF 1978

Variable	Simbología – Unidades	Valor w_i
Coliformes fecales	NMP/100 mL	0,15
pH	-	0,12
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO – mgO ₂ /L	0,10
Nitratos	NO ₃ ⁻ – mg/L	0,10
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ – mg/L	0,10
Temperatura	Temp – °C	0,10
Turbidez	Turb – NTU	0,08
Sólidos totales disueltos	STD – mg/L	0,08
Oxígeno disuelto	OD – %O ₂	0,17

Fuente: (González et al., 2013).

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

Paralelamente, en las Curvas de Función se representa una escala de calificación para cada indicador, de modo que se establece una correlación entre los diferentes parámetros y su influencia en el grado de contaminación. A continuación, se muestran las gráficas presentadas por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (2012, p. 20-25) para el cálculo de Q_i por cada parámetro bajo análisis :

- Coliformes fecales: Si este valor es mayor a 100000 NMP/100 mL el Q_i es igual a 3. Si el valor es menor a 100000 NMP/100 mL, se debe usar el gráfico 1-2 encontrando el valor en el eje de las X e interpolando con el eje Y.

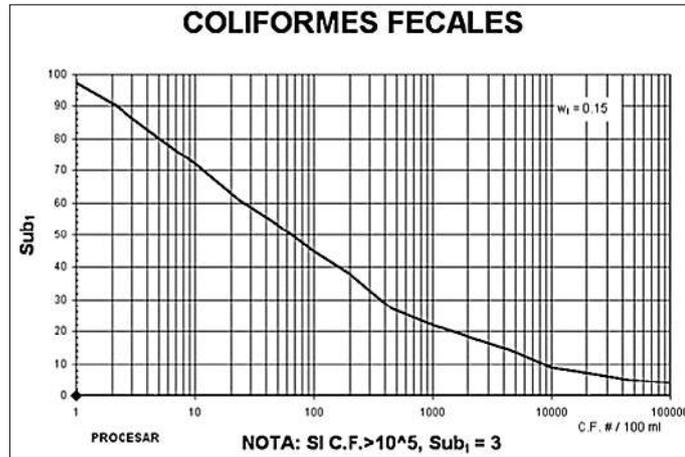


Gráfico 1-2: Valoración de la calidad del agua en función de los coliformes fecales

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2012.

- pH: Si este valor es menor o igual a 2 el Q_i es igual a 2, en cambio, si el valor del potencial de hidrógeno es mayor o igual a 10 e Q_i es 3, pero si el valor está entre 2 y 10 se debe usar el gráfico 2-2 encontrando el valor en el eje de las X e interpolando con el eje Y.

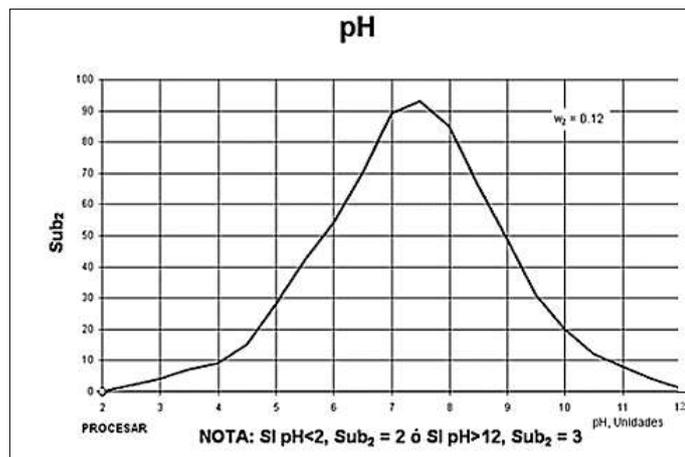


Gráfico 2-2: Valoración de la calidad de agua en función del pH

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2012.

- DBO₅: Si este valor es mayor a 30 mg/L el Q_i es igual a 2, en cambio, si es menor de 30 mg/L Q_i se debe usar el gráfico 3-2 encontrando el valor en el eje de las X e interpolando con el eje Y.

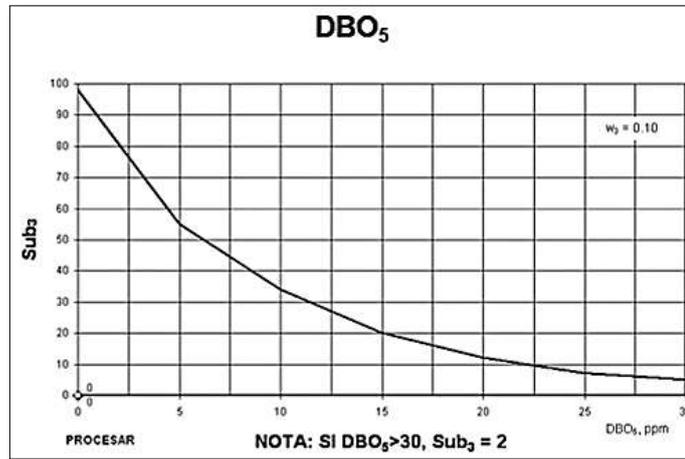


Gráfico 3-2: Valoración de la calidad de agua en función de la DBO5

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2012.

- Nitratos: Si este valor es mayor a 100 mg/L el Q_i toma el valor de 2, mientras que, si el valor de nitratos es menor a 100 mg/L se debe usar el gráfico 4-2 encontrando el valor en el eje de las X e interpolando con el eje Y.

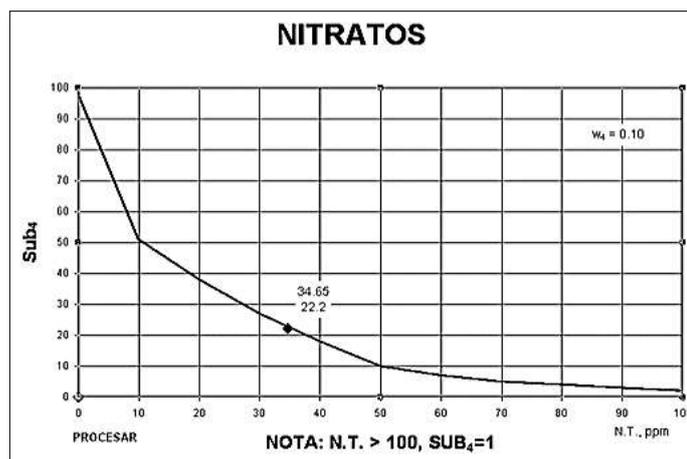


Gráfico 4-2: Valoración de la calidad de agua en función de los nitratos

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2012.

- Fosfatos: Si el valor para este parámetro es mayor a 10 mg/L el Q_i toma el valor de 5, por el contrario, si el valor de fosfatos es menor a 10 mg/L se debe usar el gráfico 5-2 encontrando el valor en el eje de las X e interpolando con el eje Y.

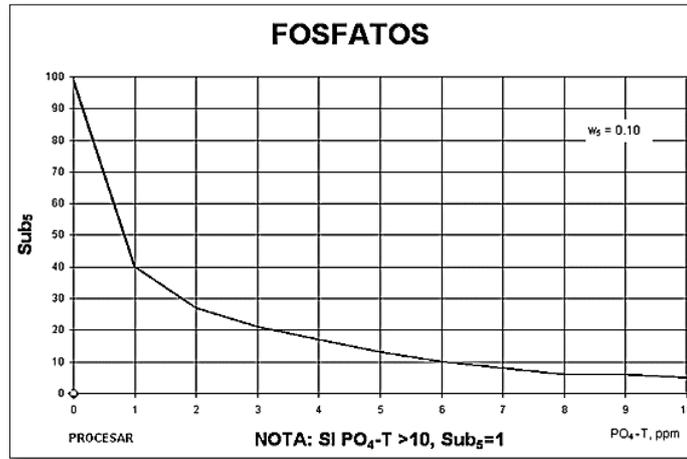


Gráfico 5-2: Valoración de la calidad del agua en función de los fosfatos

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2012.

- Temperatura: Para encontrar el Q_i del parámetro temperatura se debe en primer lugar encontrar la diferencia entre la $T_{ambiente}^{\circ}$ y $T_{muestra}^{\circ}$, y proceder con el valor obtenido. Si este valor es mayor a 15 °C el Q_i es igual a 9, en cambio, si este valor es menor a 15 °C se debe usar el gráfico 6-2 encontrando el valor en el eje de las X e interpolando con el eje Y.

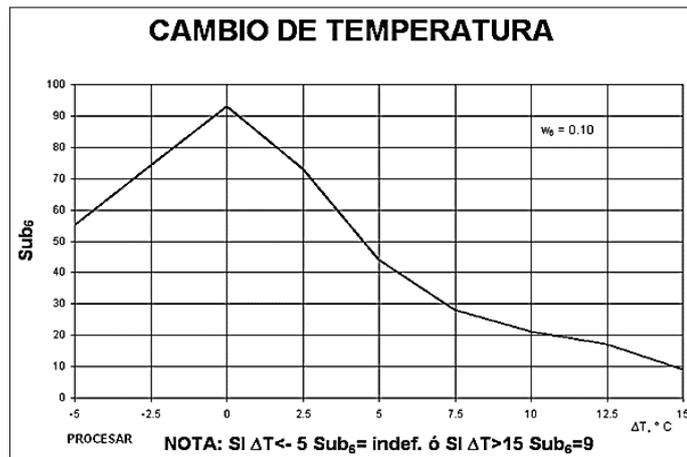


Gráfico 6-2: Valoración de la calidad del agua en función del cambio de temperatura

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2012.

- Turbidez: Si el valor es mayor a 100 NTU el Q_i es igual a 5, mientras que, si el valor es menor a 100 NTU se debe usar el gráfico 7-2 encontrando el valor en el eje de las X e interpolando con el eje Y.

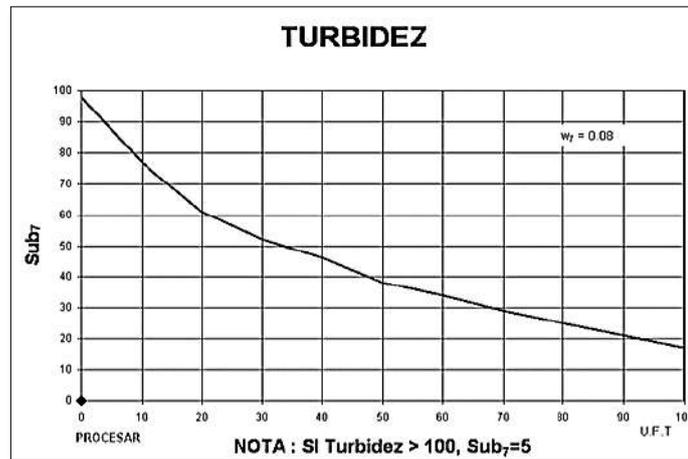


Gráfico 7-2: Valoración de la calidad del agua en función de la turbidez

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2012.

- SDT: Si el valor para esta variable es mayor a 500 mg/L el Q_i es igual a 3, en cambio, si el valor es menor a 500 mg/L se debe usar el gráfico 8-2 encontrando el valor en el eje de las X e interpolando con el eje Y.

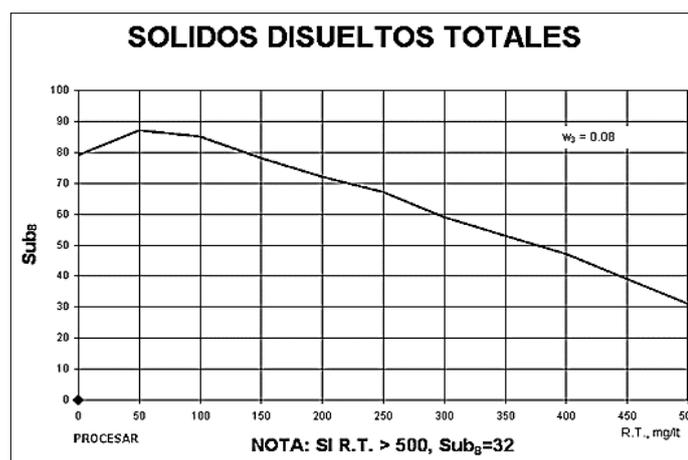


Gráfico 8-2: Valoración de la calidad del agua en función de los SDT

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2012.

- Oxígeno disuelto: Si el porcentaje de saturación de oxígeno es mayor a 140 el Q_i es igual a 47, en cambio, si el valor es menor a 140 se debe usar el gráfico 9-2 encontrando el valor en el eje de las X e interpolando con el eje Y.

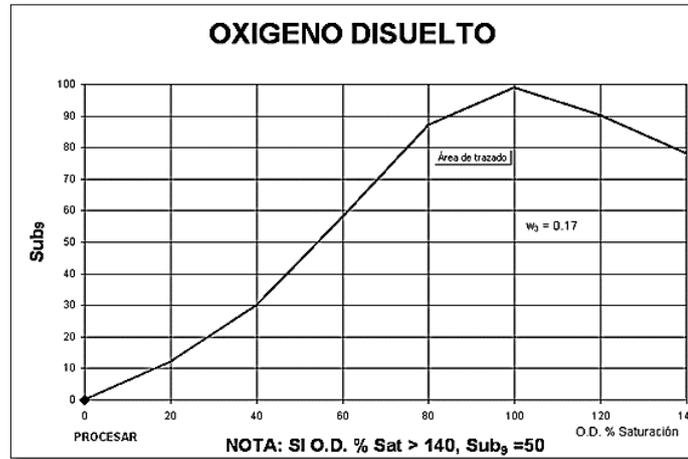


Gráfico 9-2: Valoración de la calidad del agua en función del OD

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2012.

Una vez que se obtenga esta serie de datos en función del análisis de las muestras de agua, se procede a insertar los valores (por cada punto muestreado) en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para la obtención del valor final del Índice de Calidad del Agua. Estos datos serán corroborados con el cálculo en la página web de la NSF.

Tabla 9-2: Hoja de cálculo en Microsoft Excel para el cálculo del ICA

Parámetro	Valor	Unidades	Q_i	W_i	ICA NSF Brown
1 Coliformes fecales		NMP/100 mL		0,15	
2 pH		-		0,12	
3 DBO ₅		mgO ₂ /L		0,10	
4 Nitratos		NO ₃ ⁻ mg/L		0,10	
5 Fosfatos		PO ₄ ³⁻ mg/L		0,10	
6 Temperatura		°C		0,10	
7 Turbidez		NTU		0,08	
8 STD		mg/L		0,08	
9 OD		% O ₂		0,17	
TOTAL					
SIGNIFICACIÓN					

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

Entonces, el ICA adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación de cuerpo de agua bajo estudio. De esta

manera, según el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (2012, p. 18-19) y López (2019, p. 86) se podría tener las siguientes conclusiones:

Tabla 10-2: Conclusiones según el valor obtenido de ICA

Calidad del agua	Valor ICA	Criterio general	Recreación	Pesca y vida acuática	Industria agrícola
Excelente	91-100	No contaminado	Aceptable para cualquier deporte acuático	Alta diversidad de vida acuática	No requiere purificación
Buena	71-90	Aceptable	Aceptable pero no recomendable	Aceptable excepto para especies sensibles	Ligera purificación para algunos procesos
Regular	51-70	Poco contaminado	Dudoso para el contacto directo	Solo organismos resistentes	Tratamiento en la mayor parte de la industria
Mala	26-50	Contaminado	Contacto restringido	No aceptable	Uso restringido
Muy mala	0-25	Altamente contaminado	No aceptable para el contacto	No aceptable	No aceptable

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2012 & López, 2019.

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es importante destacar que para la elaboración de este apartado se tomó como referencia un área de influencia de 50 metros a cada lado del río tanto para la aplicación del instrumento encuesta, la recolección de información para el inventario de actividades antropogénicas y la selección de los puntos a ser muestreados.

3.1. Línea base

La recolección de la información de línea base se realizó por medio de una encuesta descrita en la sección metodológica del presente documento, luego de la salida de campo para la observación se estableció que en las riberas del río Chibunga existe un aproximado de 400 habitantes, con este dato se procedió a usar el software Decision Analyst STATS™ 2.0, obteniendo el siguiente resultado con un nivel de confianza del 95%:



The screenshot displays the 'Sample Size Determination' window of the Decision Analyst STATS 2.0 software. The window is titled 'Decision Analyst STATS™ 2.0' and has a green header bar. Below the header, the title 'Sample Size Determination' is followed by the subtitle '(Sample Size for Population Percentage Estimates)' and a calculator icon. The interface is divided into two main sections: 'Inputs' on the left and 'Outputs' on the right. In the 'Inputs' section, the 'Universe Size' is set to 400, the 'Maximum Acceptable Percentage Points of Error' is 5%, the 'Estimated Percentage Level' is 50%, and the 'Desired Confidence Level' is 95%. In the 'Outputs' section, the result 'The Sample Size Should Be...' is displayed as 106, which is highlighted with a red rectangular box. At the bottom of the window, there are three buttons: 'Calculate', 'Reset', and 'Exit'. The footer of the window contains the contact information '817 640-6166 | www.decisionanalyst.com' and the logo for 'Decision Analyst' with the tagline 'The global leader in analytical research systems'.

Figura 2-3: Resultado para el cálculo de la muestra de una población finita usando Decision Analyst STATS 2.0

Fuente: Decision Analyst STATS 2.0, 2022.

Al final se obtuvo 214 respuestas para la encuesta, incluidas las 17 actividades que accedieron a responder la sección 5 del formato. La recolección de información básica se enmarcó en las 5 secciones en las que el instrumento estuvo dividido:

3.1.1. Sección 1: Información socioeconómica y demográfica

- Edad

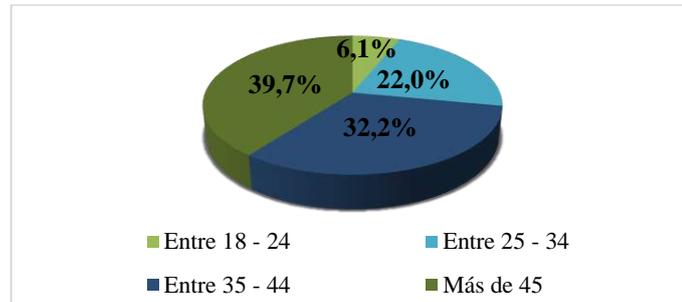


Gráfico 1-3: Resultados para el parámetro edad

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- Género

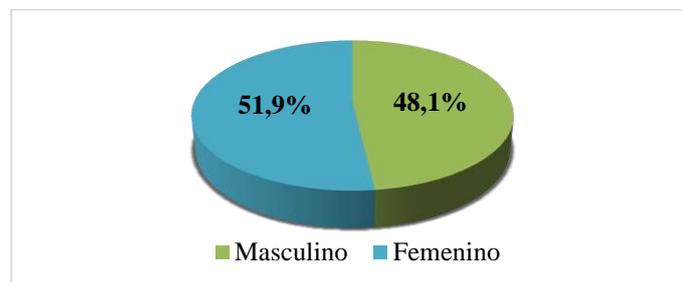


Gráfico 2-3: Resultados para el parámetro género

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- Promedio de ingreso mensual

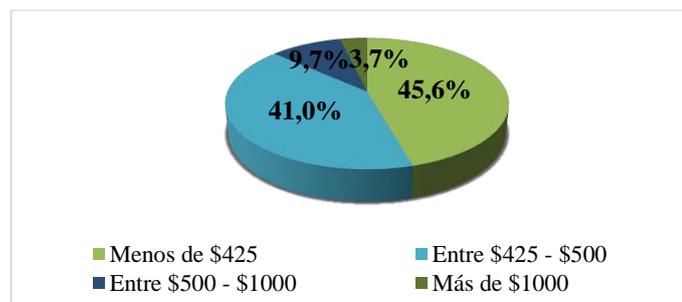


Gráfico 3-3: Resultados para promedio de ingreso mensual

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿A qué se dedica?

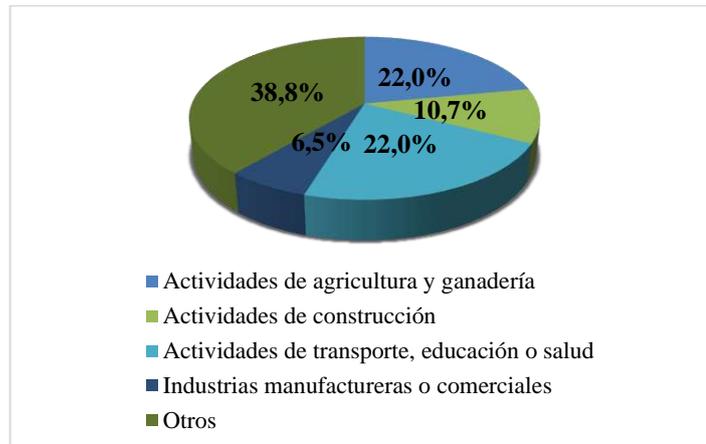


Gráfico 4-3: Resultados para actividad económica

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Cuántos años lleva usted viviendo a las riberas del río Chibunga?

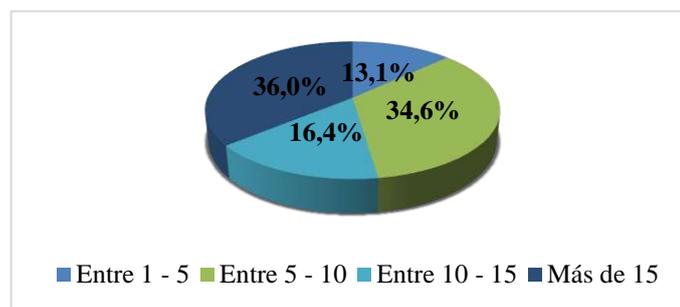


Gráfico 5-3: Resultados para el tiempo de residencia en las riberas del río

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

Los resultados estadísticos que se presentan en esta sección muestran la información socioeconómica y demográfica de la población que reside a las riberas del río Chibunga, obteniendo que el 51,9% pertenecen al género femenino y el 48,1% son del género masculino. Asimismo, se determinó que la edad predominante es más de 45 años (39,7%), seguido del rango 35-44 años (32,2%), en tercer lugar, pobladores entre 25-34 (22,0%) años y finalmente el menor porcentaje refiere a edades comprendidas entre 18-24 años (6,1%).

En referencia al ingreso mensual se evidenció que el 45,6% de la población tienen un ingreso menor de \$425 siendo inferior al sueldo básico actual, por otro lado, el 41,0% recibe un sueldo

entre \$425-500, asimismo el 9,7% de la población posee una entrada entre \$500-1000 y por último solo el 3,7% de los habitantes perciben un salario mayor a \$1000.

En cuanto al tipo de actividades económicas a las que se dedica la población apenas el 6,5% realiza actividades manufactureras o comerciales, seguida de un 10,7% que ejecuta actividades de construcción, asimismo el 22% se dedica a actividades de transporte, educación o salud compartiendo el mismo porcentaje con actividades de agricultura y ganadería, finalmente el 38,8% se orienta a otras actividades fuera de las reflejadas por el Gobierno Municipal del cantón Riobamba, (2020), en este contexto se destaca que los encuestados mayormente eran población por encima de los 45 años muchos de ellos jubilados, operarios, artesanos y amas de casa.

Posteriormente dentro de esta sección se consultó el tiempo de residencia a las riberas del Río Chibunga, el 13,1% habita entre 1-5 años, en su mayoría estas personas provenían de otras ciudades, seguido del 34,6% que han vivido entre 5-10 años pues con el incremento de la población se han evidenciado nuevas urbanizaciones, condominios y viviendas asentadas en las riberas del río, así también el 16,4% viven allí entre 10-15 años quienes aseguran que con el incremento de la contaminación y el desamparo por parte de las autoridades se han visto obligados a tomar acciones por su cuenta y desarrollar actividades de limpieza y reforestación.

Finalmente, el 36,0% de la población son quienes viven más de 15 años y son testigos del constante deterioro de la calidad del afluente, pues afirman que buscaron asentarse a sus riberas por el agradable ecosistema y abundante fauna y flora, sin embargo, sus propias actividades y la falta de conciencia ambiental han degradado el cauce al punto de causar molestias en su calidad de vida.

3.1.2. Sección 2: Información sobre prestación de servicios públicos municipales

- ¿Con cuáles de los siguientes servicios de saneamiento cuenta en su hogar?

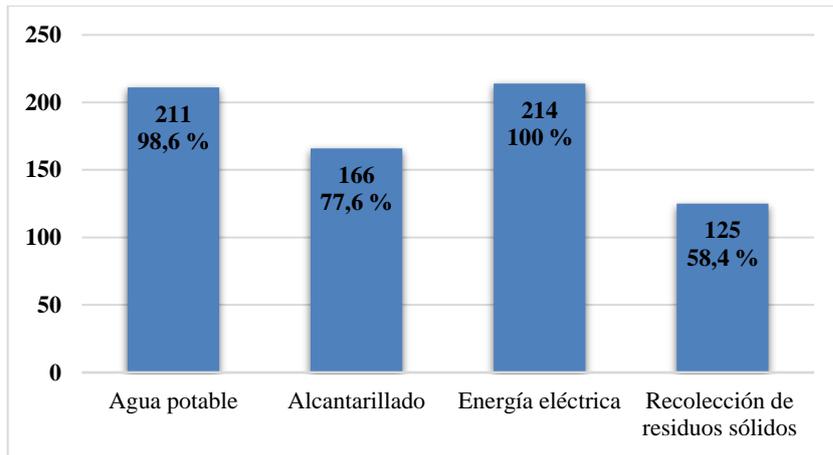


Gráfico 6-3: Resultados para servicios de saneamiento con los que cuenta la población

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Cree usted que los servicios públicos de saneamiento cubren las necesidades de su sector?

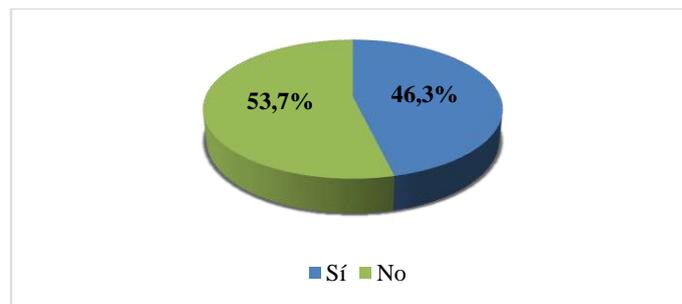


Gráfico 7-3: Resultados para la percepción acerca de los servicios públicos de saneamiento

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Está usted satisfecho con los servicios públicos de saneamiento con los que cuenta su sector?

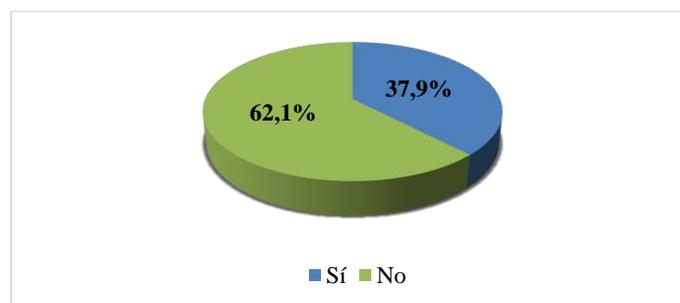


Gráfico 8-3: Resultados para el nivel de satisfacción con los servicios públicos de saneamiento

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- En los últimos años, ¿el exceso de lluvias en el sector ha ocasionado algún problema como desbordamiento del río, arrastre de residuos sólidos, destrucción de canales de riego, etc?

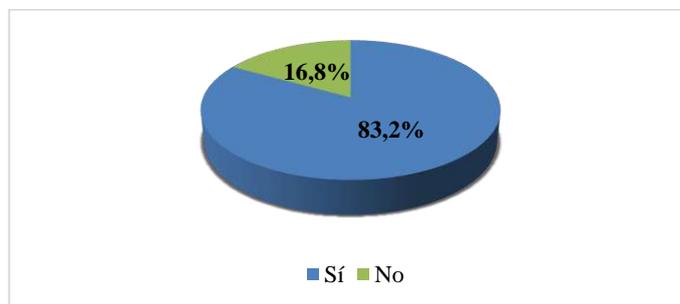


Gráfico 9-3: Resultados acerca de problemas ocasionados por desbordamiento del río

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

La segunda sección recabó información acerca de la percepción que se tiene respecto a la prestación de servicios públicos municipales, el 98,6% de la población cuenta con servicio de agua potable, el 100% posee energía eléctrica, mientras que el 77,6% tiene sistema de alcantarillado y solo el 58,4% se beneficia del sistema de recolección de residuos, siendo estos últimos los mayores agravantes a la contaminación del río Chibunga, pues durante su trayecto se puede constatar la descarga directa de aguas grises y negras provenientes de la red de alcantarillado municipal de la ciudad y de los poblados asentados a sus riberas sin ningún tratamiento previo. Así también, al ser la mitad de la población la que no cuenta con un servicio óptimo del sistema de recolección se observa la gran cantidad de desperdicios y basura que se desplazan y acumulan en zonas con alta vegetación.

Por lo mencionado anteriormente, el 53,7% no considera que los servicios públicos cubran las necesidades de su sector, mientras que el 46,3% cree que sí las cubre, siendo la recolección de residuos el mayor problema que aqueja a los pobladores, pues el sistema recolector no abarca ciertos sectores forzando a los habitantes a acarrear sus residuos grandes distancias, además se mencionó que hay días donde el agua escasea representando dificultades en su diario vivir. Este sistema de recolección ineficiente se ve reflejado en la acumulación de basura trayendo así la presencia de moscas, perros y ratas, perjudicando su calidad de vida. Por otro lado, el 37,9% se encuentra satisfecho con dichos servicios de saneamiento y el 62,1% no se encuentra conforme con los mismos, esto como consecuencia de la ineficiencia mencionada anteriormente, si bien la mayor parte de la población posee una red de distribución de agua mencionan que esta no es de buena calidad y no la utilizan para su consumo directo.

Por último, dentro de esta sección se consultó si en los años que vivían allí el exceso de lluvias ha ocasionado algún inconveniente respecto al cauce del río, un 83,2% ha evidenciado problemas como desbordamiento del río, arrastre de residuos sólidos, destrucción de canales de riego, etc. Mientras que el 16,8% no ha presenciado tales inconvenientes, este criterio está directamente relacionado con los años que han vivido a las orillas, ya que, aquellas personas que refieren estas inconformidades han habitado más de 15 años en sus orillas, relatando ocasiones donde el crecimiento del río arrastra y destruye edificaciones como puentes y viviendas, además del arrastre de vegetación y árboles. También se mencionó que durante el verano el río disminuye su caudal y es ahí donde se observa los residuos que arrastra incluyendo llantas y animales en descomposición, emitiendo olores desagradables para sus habitantes.

3.1.3. Sección 3: Percepción de la calidad y contaminación ambiental

- ¿Sabe usted qué es la contaminación ambiental y cómo influye en la calidad de vida de las personas?

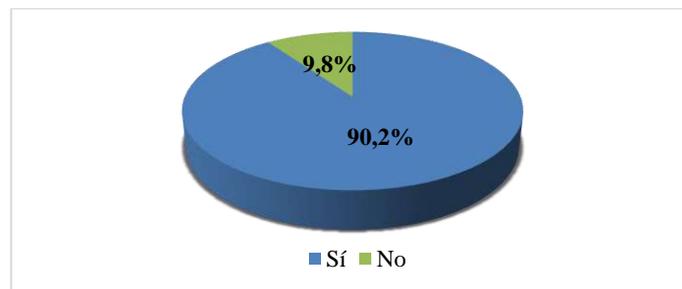


Gráfico 10-3: Resultados acerca de conocimientos ambientales

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Considera de buena calidad el agua, aire y suelo de la zona en la que usted vive?

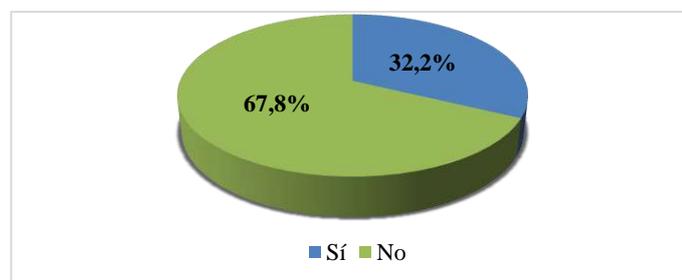


Gráfico 11-3: Resultados para la percepción acerca de la calidad ambiental

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Sabe usted como disponer de manera correcta los residuos sólidos?

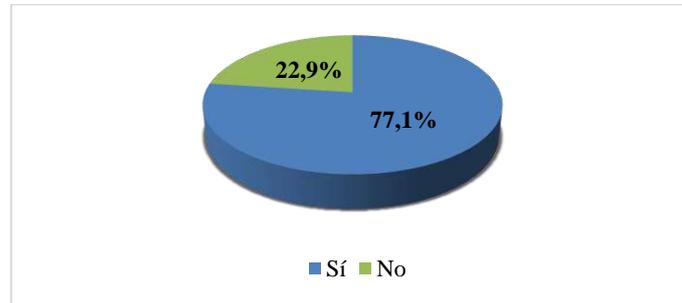


Gráfico 12-3: Resultados acerca del conocimiento sobre disposición de residuos sólidos

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Considera usted que la calidad del río Chibunga se ha deteriorado en los últimos años?

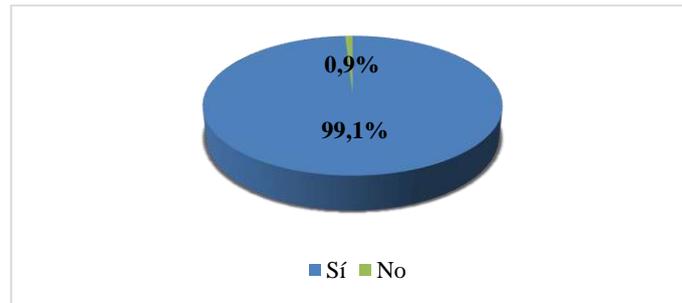


Gráfico 13-3: Resultados acerca del deterioro del río

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Considera usted que las actividades que se ejecutan a la orilla del río Chibunga contribuyen a su contaminación?

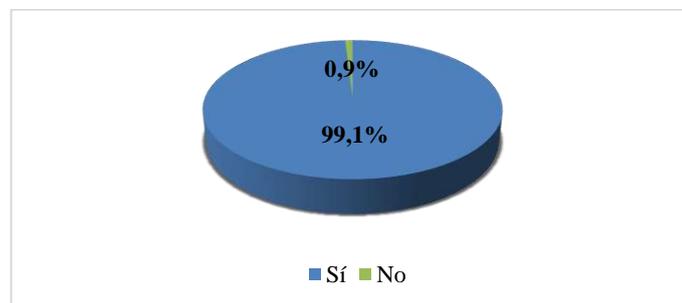


Gráfico 14-3: Resultados acerca de la consideración de la afectación de las actividades hacia el río

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Cree usted que los olores que emite el río Chibunga debido a su grado de contaminación afectan la salud de las personas?

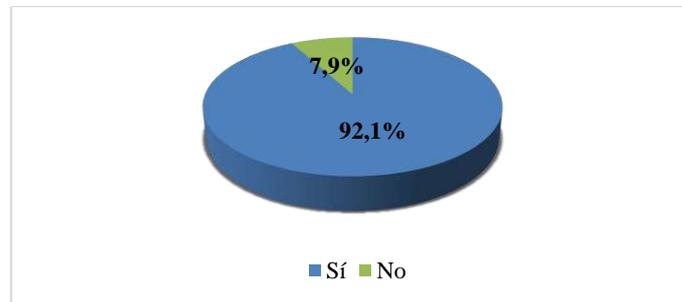


Gráfico 15-3: Resultados sobre el grado de afectación de los olores

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

La tercera sección recogió datos sobre la percepción de la calidad y contaminación ambiental, con el fin de determinar cómo se distinguen las condiciones ambientales actuales. Como primera instancia se consultó si las personas tienen conocimiento sobre el concepto de contaminación ambiental y cómo influye en su calidad de vida, obteniendo un 90,2% de respuestas positivas para familiaridad con el término, si bien sus definiciones no eran concretas tienen un alto discernimiento sobre la contaminación y los efectos generados en el medioambiente. Paralelamente, el 67,8% de la población no considera de buena calidad el agua, aire y suelo de la zona en la que vive pues la degradación ambiental ha afectado al ecosistema natural. El 99,1% de la población asegura que la calidad del río Chibunga se ha deteriorado en los últimos años, esto se correlaciona con los testimonios de quienes han habitado por más de 15 años en sus riberas, pues indican que el cauce durante muchos años fue usado para bañarse, como agua de consumo directo e incluso pescar.

Por otro lado, se consultó si la población conoce la forma correcta de disponer los residuos sólidos, el 77,1% respondió afirmativamente, sin embargo, aseveran que el hacerlo es inútil pues las autoridades no brindan un sistema eficiente de gestión de residuos sólidos, es por ello que la población solicita contenedores de reciclaje, además de capacitaciones que refuercen la formación acerca de este tema. Del mismo modo, se indagó sobre si la población considera que las actividades que se ejecutan a las orillas del río contribuyen a su contaminación, obteniendo que el 87,4% está de acuerdo con que las actividades desarrolladas en cursos más altos del río son las que contaminan, por un lado, la agricultura que se ubica en sus orillas hace uso indiscriminado de fertilizantes, pesticidas y otros productos que se mezclan con el agua, además la ganadería suma a la contaminación con heces fecales. Por último, se consultó si la población considera que los

olores que emite el río debido a su grado de contaminación afectan su salud, el 92,1% asegura que sí pues en la época seca donde el cauce del río disminuye el olor puede ser insoportable, generando dolores de cabeza, mareos y náuseas, el nivel de afectación depende en gran medida de la distancia a la que se encuentren del río.

3.1.4. Sección 4: Grado de conciencia ambiental

- ¿Considera que las autoridades ambientales se encargan de mejorar la calidad del ecosistema en el que usted vive?

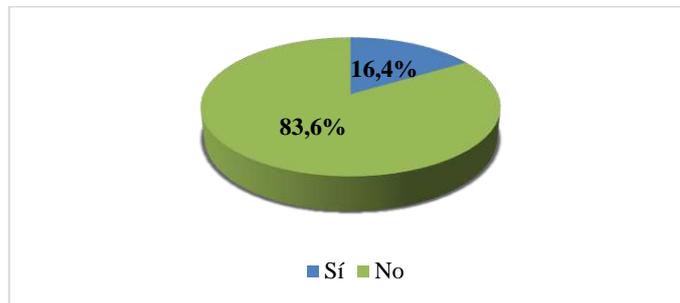


Gráfico 16-3: Resultados acerca de las autoridades ambientales

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Considera usted que la calidad del río Chibunga tiene influencia en el bienestar de las personas que viven en sus riberas?

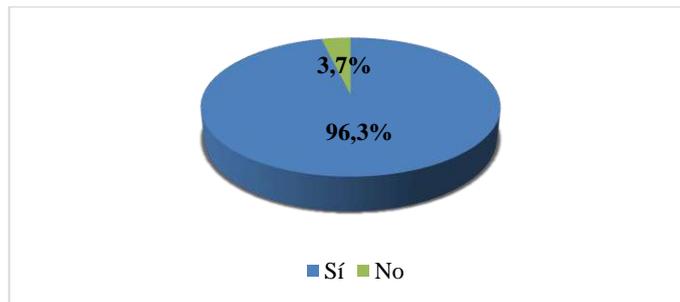


Gráfico 17-3: Resultados acerca de la calidad del río y su influencia en la calidad de vida

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Considera usted que la presencia de árboles en las orillas de los ríos es importante para disminuir el desgaste del suelo?

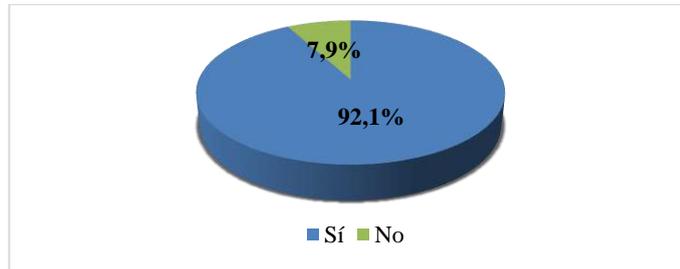


Gráfico 18-3: Resultados acerca de importancia de los árboles

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Considera usted que un ambiente sano y ecológicamente equilibrado es importante para tener una mejor calidad de vida?

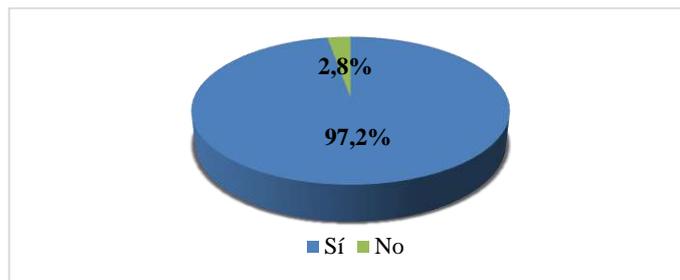


Gráfico 19-3: Resultados para percepción de la calidad ambiental

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Conoce usted los riesgos ambientales que están relacionados con la disposición directa en los cauces de agua de fungicidas, pesticidas, fertilizantes, residuos sólidos, aceites y grasas?

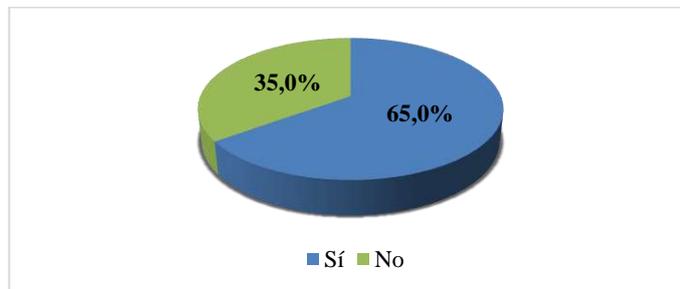


Gráfico 20-3: Resultados acerca de los riesgos ambientales y el uso de fungicidas, pesticidas, etc.

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Dónde usted vive se realizan actividades de limpieza de las riberas del río Chibunga?

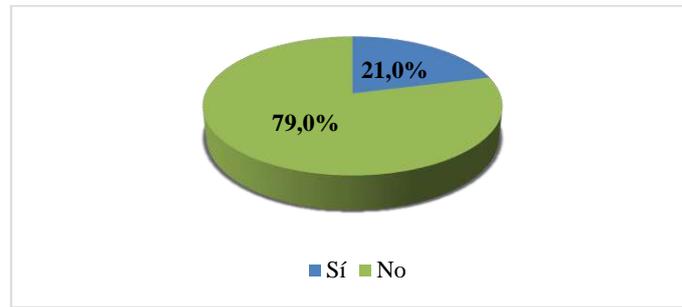


Gráfico 21-3: Resultados actividades de limpieza en el río

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Estaría usted dispuesto a participar activamente en un programa de reducción de la contaminación del río Chibunga?

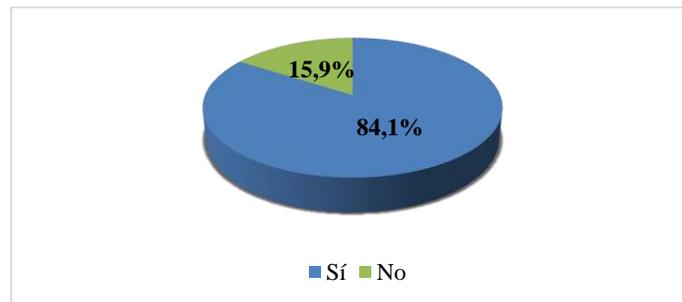


Gráfico 22-3: Resultados acerca de la predisposición en actividades de reducción de contaminación del río

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Es usted dueño o encargado de un negocio, empresa o emprendimiento que se desarrolle a las riberas del río Chibunga?

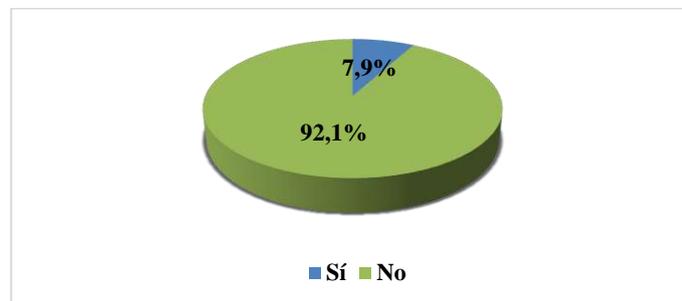


Gráfico 23-3: Resultados para dueños de actividades

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

La sección cuatro buscó recabar información acerca del grado de conciencia ambiental de la población, con ello se busca conocer si están de acuerdo en que los recursos naturales deben protegerse y deben usarse racionalmente. Para ello se preguntó si creen que las autoridades ambientales se encargan de mejorar la calidad del ecosistema en el que viven, obteniendo un 83,6% para la respuesta negativa, ya que, la presencia de las autoridades en estas poblaciones es casi nula, relatando que hace más de 5 años no se ha visto ninguna acción por parte de las mismas. Como consecuencia de lo mencionado anteriormente, el 96,3% opina que la calidad del río influye en el bienestar de las personas que viven en sus riberas, además que el 97,2% considera que un ambiente sano y ecológicamente equilibrado es importante para tener una mejor calidad de vida, en vista del grado de contaminación las personas sienten responsabilidad con el mantenimiento de su calidad realizando acciones colectivas entre sus pobladores.

Asimismo, se verificó que el 92,1% de la población considera que la presencia de árboles en las orillas ayuda a disminuir el desgaste del suelo y lo mantienen compacto para evitar desbordamientos, sin embargo hay personas que solo plantan arboles madereros, los cuales no son endémicos de la zona y ocasionan problemas como el desgaste del suelo y el consumo excesivo de fuentes de agua, provocando que cuando el río crece y arrastra dichos árboles debido a su alto tamaño causan graves daños a viviendas u obstaculizan el curso natural del río.

Un factor importante a consultar dentro de esta sección fue si conocen los riesgos ambientales que están relacionados con la disposición directa de fungicidas, pesticidas, fertilizantes, residuos sólidos y aceites y grasas en los cauces de agua, obteniendo que el 65% está consciente de dichos riesgos mientras que el 35% desconoce de los mismos, pues los dueños de las actividades agrícolas aseguraban que los productos químicos que utilizaban no generaban ningún problema sobre el medioambiente, debido a la falta de capacitación sobre su manejo y correcto uso por parte de las empresas al ofrecer dichos productos.

Finalmente, se preguntó si en su sector se realizaban actividades de limpieza obteniendo un 79% que no ha visto que se realicen tales acciones por parte de la municipalidad ni por la administración de los barrios, no obstante, hay personas que se congregan para realizar actividades de limpieza como la poda de árboles, césped y recolección de basura. Dentro del mismo ámbito se indagó si estuviesen dispuestos a participar activamente en un programa de reducción de la contaminación del río Chibunga, obteniendo que un 84,1% estaría presto a realizar acciones que ayuden al mantenimiento de su calidad, solicitando que se les diera el material de cuidado personal necesario. Por otro lado, el 15,9% mencionaba que no participaría pues consideran que tales acciones son responsabilidad de las autoridades.

3.1.5. Sección 5: Información de actividades antropogénicas relevantes

- ¿Su negocio, empresa o emprendimiento cuenta con servicios de saneamiento municipales?

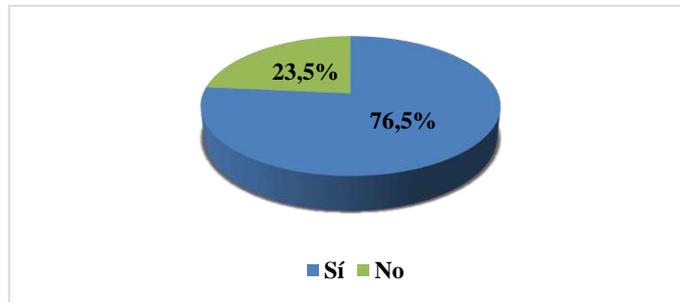


Gráfico 24-3: Resultados para servicios de saneamiento en actividades antropogénicas

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- En caso de haber respondido POSITIVAMENTE a la pregunta anterior: ¿Con cuáles de los siguientes servicios de saneamiento cuenta su negocio, empresa o emprendimiento?

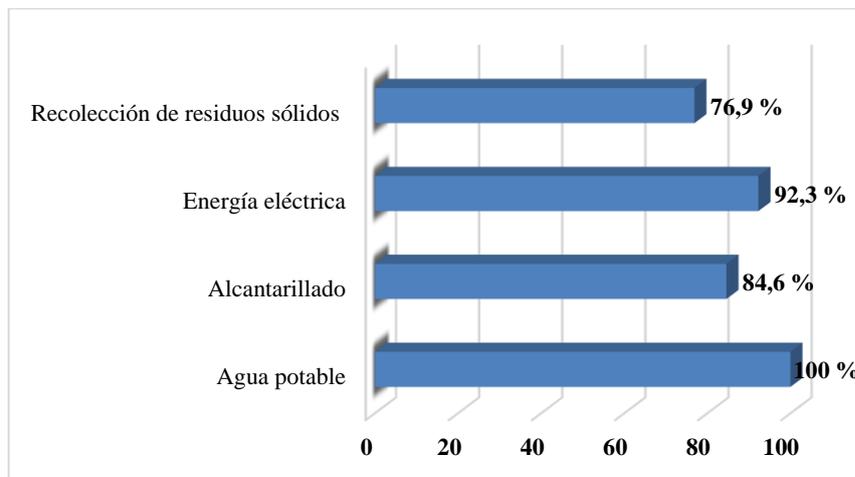


Gráfico 25-3: Resultados para servicios de saneamiento en actividades antropogénicas

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Su negocio, empresa o emprendimiento cuenta con las regulaciones ambientales municipales?

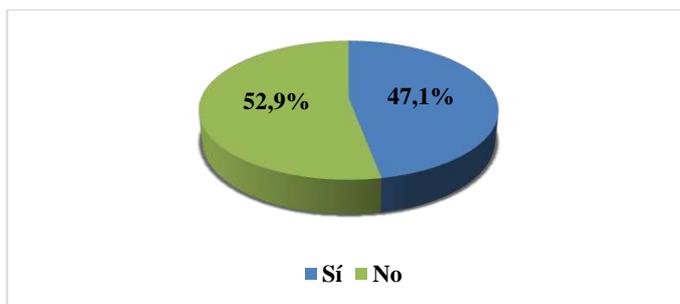


Gráfico 26-3: Respuestas para permisos ambientales

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- En caso de haber respondido NEGATIVAMENTE a la pregunta anterior: ¿Con cuáles de las siguientes razones se siente identificado?

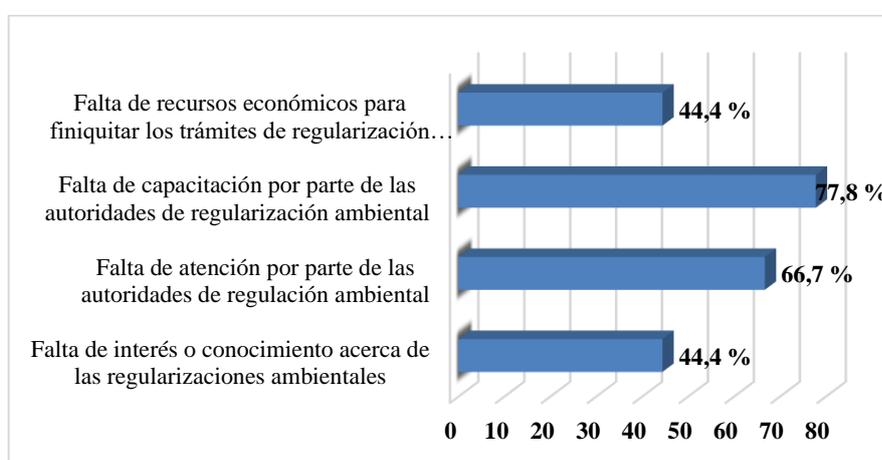


Gráfico 27-3: Respuestas para las razones por las que no cuentan con permisos ambientales

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Considera usted que en el cantón Riobamba existe falta de control ambiental a los negocios, empresas o emprendimientos?

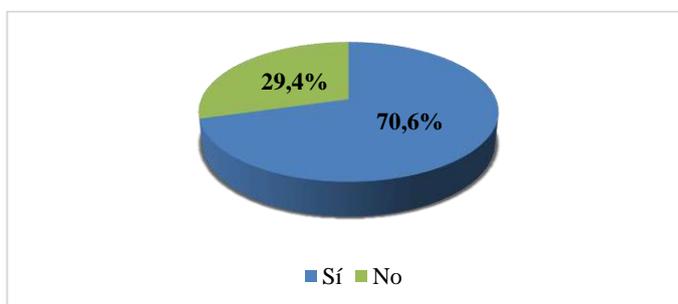


Gráfico 28-3: Respuestas acerca del control ambiental a las empresas

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

- ¿Conoce el destino final de los residuos sólidos o vertidos líquidos generados por su negocio, empresa o emprendimiento?

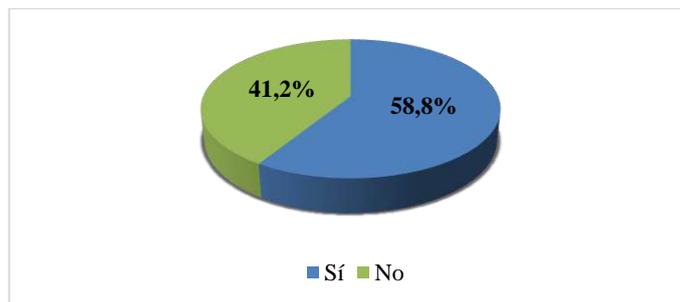


Gráfico 29-3: Respuestas acerca del destino final de los residuos sólidos

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

La sección cinco correspondiente a información de las actividades antropogénicas identificadas, el 76,5% cuenta con servicios de saneamiento municipales, contrastando con el 23,5% que no tiene dichos servicios, en este último porcentaje se ven incluidas las actividades agrícolas o aquellos emprendimientos cuyos dueños no se responsabilizan ni son conscientes de las afectaciones ambientales de sus negocios. Del porcentaje que cuenta con servicios públicos, el 100% tiene agua potable, el 84,6% alcantarillado, el 92,3% energía eléctrica y el 76,9% sistema de recolección de residuos, estos resultados van de la mano de la sección anterior, ya que, sigue siendo evidente que la recolección de residuos es el principal inconveniente en el cantón.

Paralelamente, se consultó que porcentaje de aquellas actividades contaban con regulaciones ambientales municipales, obteniendo a penas el 52,9% para una respuesta positiva y el 47,1% para una respuesta negativa. Algunas son las situaciones que justifican el gran porcentaje de respuestas negativas, por ejemplo, el 77,8% mencionó que es por falta de capacitación por parte de las autoridades ambientales, el 66,7% dice ser por falta de atención por parte de las autoridades de regulación ambiental, y la falta de recursos económicos para la finalización de tramites junto con la falta de interés o conocimiento acerca de las regularizaciones ambientales obtuvieron un 44,4%. Este conjunto de situaciones va de la mano con un 70,6% de dueños o encargados de las actividades identificadas que afirman que dentro del cantón existe total falta de control ambiental por parte de las autoridades, contrapuesto de un 29,4% quienes dicen que de hecho el municipio es bastante tajante en temas de permisos ambientales.

Finalmente, solo el 58,8% conoce el destino final de los residuos sólidos o vertidos líquidos generados por sus negocios, empresas o emprendimientos, siendo el 41,2% un porcentaje

significativo de personas que desconoce totalmente las consecuencias ambientales que generan dichas actividades económicas.

3.2. Inventario de actividades antropogénicas

Una vez realizado el recorrido por el cantón Riobamba, se identificaron un total de 25 actividades relevantes a lo largo de las riberas del río Chibunga. La información se registró en fichas individuales presentadas en la sección de anexos, cada una con evidencia fotográfica, como la que se muestra a continuación:

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-04)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba		Fecha (dd-mm-aa)		03/07/2022		
Cantón			Riobamba		Provincia		Chimborazo		
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia		Lizarzaburu		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector		El Batán		
4	X		758135	9815597	Altura (m)		2802	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad	Encargado		Dirección		Tiempo de existencia de la actividad		
Parque Ricpamba		Recreativa	Ing. Pablo Lara		Calle S/N antes de la Urb. Ricpamba		8 años		
Servicios de saneamiento					Observaciones generales				
Agua potable		X	Zona de recreación a cargo del municipio de Riobamba en donde los trabajadores aseguran no se desecha ningún residuo sólido o líquido directamente al río, sin embargo, comentan que en la época lluviosa se puede evidenciar el arrastre de cadáveres de animales, fundas de basura, llantas y residuos de construcción en el cauce del río. Dos meses antes de la recolección de esta información la subida del río destruyó un muro de contención de uno de los jardines del parque (evidencia fotográfica adjunta).						
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales		SI	X	NO					
Registro fotográfico									

Figura 3-3: Ejemplo de ficha de registro de actividades antropogénicas

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

Las actividades registradas se describen en la tabla 2-3 para parroquias rurales y tabla 3-3 para parroquias urbanas dentro del cantón Riobamba:

Tabla 1-3: Actividades antropogénicas identificadas en las parroquias rurales del cantón Riobamba

No.	Nombre	Parroquia	Barrio/Sector	Tipo de actividad	Coordenadas		Encargado
					Longitud	Latitud	
1	Unión Cementera Nacional	Calpi	Gatazo	Industrial	749830,1	9816350,8	Ing. Galo Serrano
2	Zona agrícola 1	Licán	San José de Macají	Agrícola	754927,4	9816446,7	N/A

3	Zona agrícola 3			Agrícola	761467,4	9811845,6	N/A
4	Lavadora y Lubricadora Mil Amores		Vía Riobamba Macas	Automotriz	761587	9811040	Sr. Luis Morocho
5	Complejo Turístico Lavanda	San Luis		Turístico	761563	981098	Sr. Rómulo Heredia
6	Barrio Abdón Calderón		Barrio Abdón Calderón	Residencial	761879	9810892	N/A
7	Lácteos Santillán			Industrial	761995	9810728	Ing. Lidia Oleas
8	Zona agrícola 4		San Luis	Agrícola	761467,4	9811845,6	N/A

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

El área rural estuvo conformada por las parroquias Calpi, Licán y San Luis, allí se identificaron 8 actividades relevantes: 3 zonas de producción agrícola, 2 actividades industriales (UCEM y Lácteos “Santillán”), 1 lavadora y lubricadora de autos, 1 complejo turístico y 1 barrio residencial. Las áreas agrícolas están conformadas por parcelas de terreno, cada una con un dueño distinto, durante el recorrido se entrevistó a varios agricultores, siendo evidente la falta de capacitación para el sector productivo agrícola respecto al correcto manejo de desechos peligrosos que se generan como resultado de procesos de fumigación en los cultivos. De igual manera, muchos de los agricultores, especialmente de la zona de San Luis, usan el agua del Chibunga para el riego de sus cultivos generando problemas de contaminación cruzada a lo largo de la comunidad, en días de riego los olores que desprende la tierra mojada con esta agua contaminada llegan a las casas cercanas, asimismo desde hace algunos años los cultivos se ven afectados por plagas que podrían ser producto del uso del líquido.

Tabla 2-3: Actividades antropogénicas identificadas en las parroquias urbanas del cantón Riobamba

No.	Nombre	Parroquia	Barrio/Sector	Tipo de actividad	Coordenadas		Encargado
					Longitud	Latitud	
1	L&M Seguridad Privada Cía. Ltda.			Recreativa	757917,6	9815348,9	Sr. Luis Arévalo
2	Parque Ricpamba		El Batán	Recreativa	758135	9815597	Ing. Pablo Lara
3	Urbanización “Ricapamba”			Residencial	758269,8	9815530,6	N/A
4	Zona agrícola 2	Lizarzaburu		Agrícola	758673,3	9815548,5	N/A
5	Red municipal de alcantarillado Centro		Ciudadela “Los Carpinteros”	Servicios	759409,7	9815237	GADM Riobamba
6	Agrícola “Quinta Macají”		San Luis de Macají	Ganadera	759524,8	9815254,5	Ing. Isaben Barcala

7	Urbanización "Los Carpinteros"		Ciudadela "Los Carpinteros"	Residencial	759384,7	9815164,9	N/A
8	Quinta Paila Los Santos		Ciudadela "Los Carpinteros"	Turístico	759421,5	9815012,9	Sr. Andrés Sánchez
9	Complejo Deportivo Olmedo		San Francisco del Batán	Recreativa	759336	9815005	Lcdo. Manuel Duche
10	Talleres del Consejo Provincial		Ciudadela "9 de octubre"	Automotriz	759896,1	9814710,5	Ing. Gabriel Vallejo
11	Ciudadela "9 de octubre"		Ciudadela "9 de octubre"	Residencial	759907,6	9814553,5	N/A
12	Hotel "La Primavera"	Lizarzaburu	La Primavera	Alojamiento turístico	759810	9814719	Lcda. Alexandra Barragán
13	Ciudadela "Los Shyris"		Ciudadela "Los Shyris"	Residencial	760285	9813828	N/A
14	Barrio Jerusalén			Residencial	760691,1	9813615	N/A
15	Unidad Educativa Pensionado Olivo	Veloz		Educacional	760756,1	9813580,8	Lcdo. Luis Huerta
16	Parque Ecológico Monseñor Leonidas Proaño		Parque Lineal Chibunga	Recreativa	761414	9813158	GADM Riobamba
17	CRIAR Riobamba			Servicios	761289	9813217,6	Dr. Carlos Jara

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

El área urbana enmarcada dentro del espacio estudiado se conformó por las parroquias Lizarzaburu y Veloz, aquí fueron identificadas 12 y 5 actividades respectivamente. En total se pudo registrar: 4 zonas recreativas, 1 zona agrícola, 1 automotriz, 2 actividades turísticas, 1 unidad educativa, 1 centro agrícola y ganadero, 5 áreas residenciales con un aproximado de 130 casas, 2 secciones de servicios municipales.

La actividad número 5 descrita en la tabla 3-3 es un desfogue de agua de aproximadamente 1,5 metros ubicada al lado izquierdo del cauce del río en la urbanización "Los Carpinteros", tras la Quinta Macají; de allí surge un caudal constante de aguas grises que sin ningún tratamiento se vierten al afluente. Este es uno de los principales problemas que los residentes de la zona reportan ya que los olores que se emiten son insoportables, hace algunos años la municipalidad del cantón propuso asentar en el área tanques de tratamiento de agua, pero los pobladores se opusieron ya que el área tentativa de ubicación de dichos tanques estaba frente a una cuadra residencial con aproximadamente 30 casas.

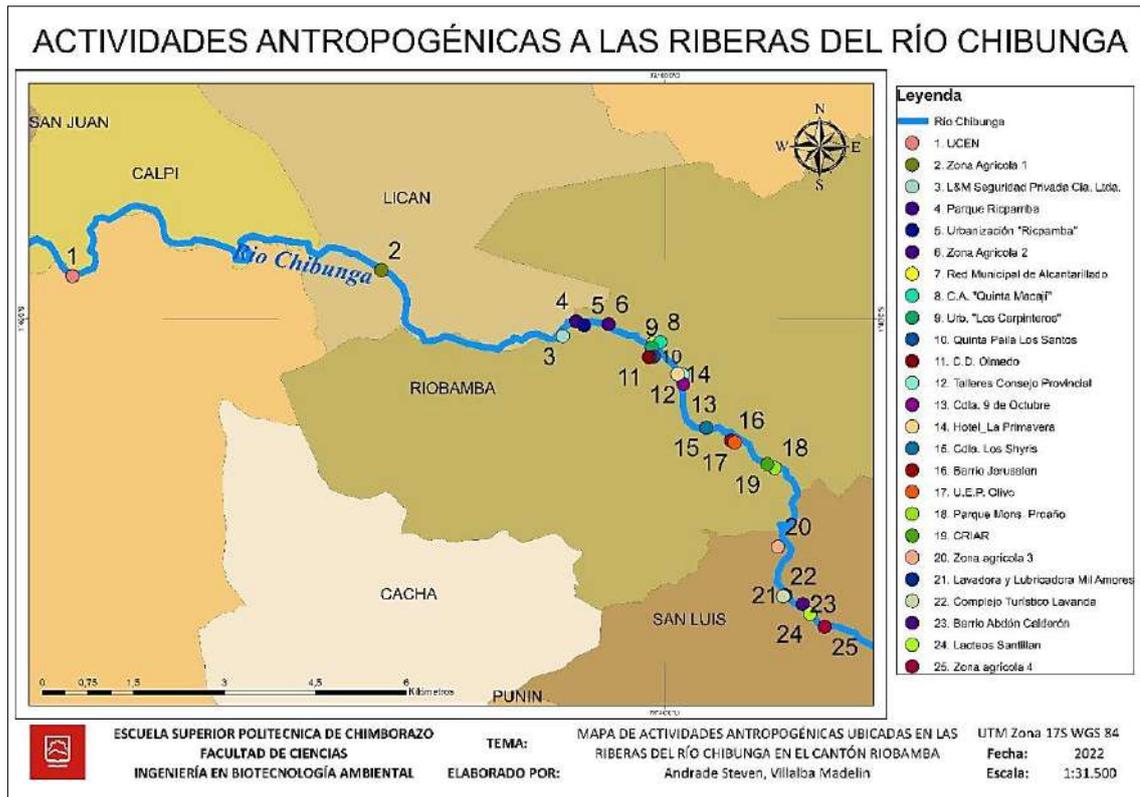


Figura 4-3: Actividades detectadas en el tramo del río Chibunga en su paso por el cantón Riobamba

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

3.3. Puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se seleccionaron tomando en consideración la cercanía a aquellas actividades que podrían ser como focos importantes de contaminación hacia el afluente, teniendo así un total de 10 puntos en el tramo del río por el cantón Riobamba, mismos que se presentan en la tabla 3-3 y la figura 3-3:



Figura 5-3: Mapa de ubicación para los puntos de muestreo seleccionados

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

Tabla 3-3: Puntos de muestreo en el río Chibunga

No.	Codificación	Parroquia	Barrio/Sector	Coordenadas		Características
				Longitud	Latitud	
1	P1	San Juan	La Merced de Gultus	748336	9817142	Zona del río sin poblados cercanos, rodeado mayormente de potreros.
2	P2	Calpi	Gatazo Grande	750695	9817350	Kilómetros después de la UCEM y adyacente a algunos sembríos.
3	P3	Licán	San José de Macají	755326	9815952	Posterior a la zona agrícola 1.
4	P4	Lizarzaburu	San Luis de Macají	759025	9815384	Antes del desagüe municipal ubicado tras la Quinta Macají y adyacente a algunos terrenos.
5	P5	Lizarzaburu	Ciudadela “9 de octubre”	759794	9814745	Posterior a la zona agrícola 2 y el Club Deportivo Olmedo.
6	P6	Veloz	Ciudadela “Los Shyris”	760390	9813811	Cerca del desfogue de la quebrada Puctus y posterior a algunas casas de la ciudadela.
7	P7	Veloz	Parque Lineal Chibunga	761654	9812976	Posterior al parque ecológico y el barrio Jerusalén.
8	P8	San Luis	Vía Riobamba Macas	761452	9811427	Posterior a la zona agrícola 3.
9	P9	San Luis	Abdón Calderón	762601	9810413	Posterior a la industria láctea Santillán y zona del río usada para lavar ropa.
10	P10	San Luis	San Luis	764608	9810020	Posterior a la zona agrícola 4. Límite entre el río Chibunga y el río Chambo.

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

3.4. Índice de Calidad del Agua (ICA)

3.4.1. Resultados obtenidos en laboratorio y cálculo del ICA

Este apartado fue analizado en función de lo descrito en la metodología y usando los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en la legislación para la república ecuatoriana tomando en consideración aquellos que incurren en criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna de aguas dulces, frías o cálidas; criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola y límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Todos estos usos nombrados en el libro VI del Anexo I para la Norma de Calidad Ambiental de Descarga de Efluentes, el Acuerdo Ministerial CE-CCA-001/89 por el que se establecen los criterios ecológicos de calidad del agua y el Acuerdo Ministerial 097-A del 30 de julio del 2015. El cálculo del Índice de Calidad del Agua se realizó para cada punto de acuerdo a lo descrito en la tabla 9-2. Se obtuvo una tabla y gráfico de resultados para cada punto como se muestra a continuación:

3.4.1.1. Punto 1

Tabla 4-3: Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P1

P1: Sector la Merced de Gultus					
Parámetro	Unidades	M1	M2	M3	M4
Coliformes fecales	NMP/100 mL	4400	7400	89000	67000
pH	-	8,45	8,34	8,08	8,94
DBO5	mgO ₂ /L	2,15	2,16	4,86	1,35
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	2,70	4,70	1,60	2,40
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	0,53	0,74	0,51	2,34
Temperatura	°C	-1,20	-0,80	0,50	1,20
Turbidez	NTU	36,30	8,43	3,05	12,93
SDT	mg/L	194,20	222,75	307,40	267,95
OD	%O ₂	99,44	90,35	92,23	85,71
ICA		68	67	69	63
SIGNIFICACIÓN		REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
ICA PROMEDIO		67	SIGNIFICACIÓN		REGULAR

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

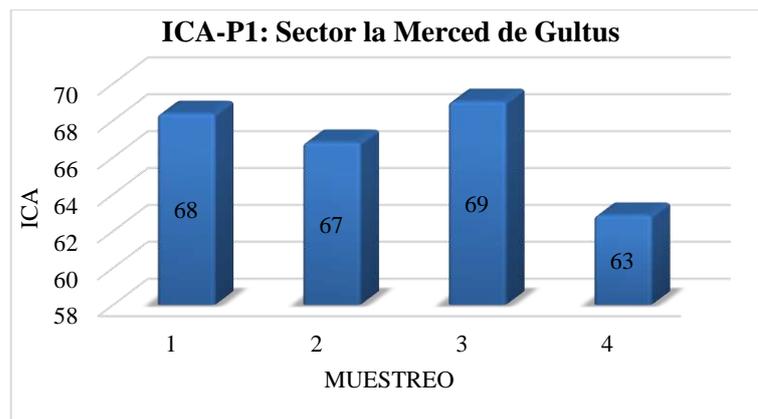


Gráfico 30-3: ICA para P1 en 4 momentos de muestreo

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

El punto 1 correspondiente al sector de la Merced de Gultus presenta un promedio de 67 en su ICA con una significación de calidad regular. El menor valor está en el cuarto muestreo con 63 puntos, este monitoreo mostró el nivel más bajo de oxígeno disuelto, pero, aun así, se encuentra dentro de los LMP de la normativa al igual que los nitratos, la DBO₅, el pH y la turbidez. Paralelamente, se ubica el muestreo dos con un ICA de 67, aquí se sitúa el valor más alto de nitratos, contaminante cuyo origen podría ser la escorrentía del uso de fertilizantes de terrenos previos al punto de muestreo. El monitoreo tres a pesar de presentar un ICA superior al resto con un valor de 69, evidenció el mayor NMP de coliformes fecales sobrepasando los LMP, esto podría deberse al acercamiento de ganado a las riberas del río en comparación a los muestreos restantes. El oxígeno disuelto resultante en el muestreo uno es el más alto de todos los monitoreos, debido a que en esa ocasión el caudal del río fue abundante. Finalmente, el resto de los parámetros que sobrepasan los LMP con valores por encima de la norma en los cuatro monitoreos son: sólidos disueltos totales para las descargas a los cuerpos de agua dulce, fosfatos para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces frías y coliformes fecales para ambos usos mencionados.

3.4.1.2. Punto 2

Tabla 5-3: Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P2

P2: Comunidad Gatazo Grande					
Parámetro	Unidades	M1	M2	M3	M4
Coliformes fecales	NMP/100 mL	17600	18400	72000	199000
pH	-	8,61	8,31	8,51	8,69
DBO ₅	mgO ₂ /L	2,60	4,32	5,40	1,08
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	2,50	4,20	2,50	2,20
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	0,43	0,52	0,61	0,68
Temperatura	°C	-2,30	-2,10	-0,10	1,70
Turbidez	NTU	33,20	7,78	6,00	12,28
SDT	mg/L	199,40	240,70	337,30	298,25

OD	%O ₂	98,09	87,31	77,72	86,01
ICA		67	65	64	66
SIGNIFICACIÓN		REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
ICA PROMEDIO		65	SIGNIFICACIÓN	REGULAR	

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

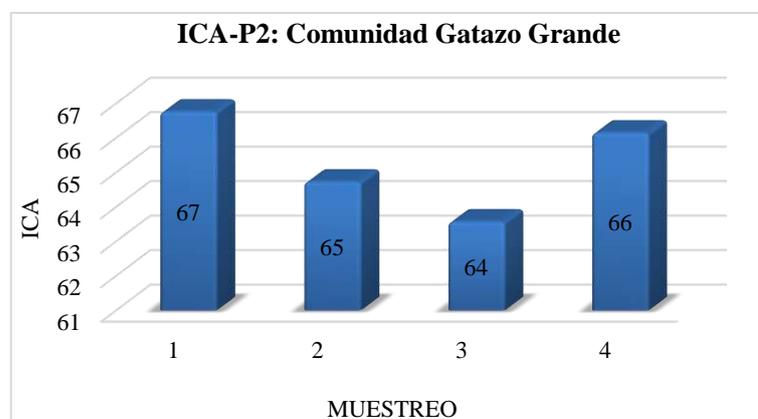


Gráfico 31-3: ICA para P2 en 4 momentos de muestreo

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

En el punto 2 de la comunidad Gatazo Grande el ICA promedio fue 65 como regular. La menor calidad se obtuvo en el muestreo 3 donde hubo estiaje, presentando así la mayor concentración en DBO5, fosfatos y SDT; mientras que en el muestreo 1 se evidenció la mejor calidad debido al incremento del caudal generando el efecto de dilución y lavado, por lo tanto, es en este monitoreo donde se encuentra el mayor nivel de turbidez y de oxígeno disuelto. Por otro lado, en el muestreo 2 se observa la mayor concentración de nitratos y por último en el muestreo 4 es donde más coliformes fecales se encontraron. En comparativa con los LMP establecidos en la normativa el punto 2 no cumple con los parámetros de coliformes fecales y fosfatos, el incumplimiento de estos parámetros se debe a la presencia de campos de cultivo en las riberas del río, donde el uso de fertilizantes aporta de manera significativa a la contaminación y al aumento de dichos parámetros.

3.4.1.3. Punto 3

Tabla 6-3: Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P3

P3: Sector Licán (Zona Agrícola 1)					
Parámetro	Unidades	M1	M2	M3	M4
Coliformes fecales	NMP/100 mL	29300	25800	77000	250000
pH	-	8,67	8,39	8,62	8,60
DBO5	mgO ₂ /L	2,10	3,24	1,35	1,62
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	1,60	5,10	2,70	4,70
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	0,49	1,18	0,59	0,86
Temperatura	°C	-2,60	-2,40	-2,30	-0,90
Turbidez	NTU	49,90	9,24	10,70	36,20
SDT	mg/L	208,10	258,15	352,70	321,60

OD	%O ₂	90,31	86,40	80,42	76,67
ICA		66	65	62	66
SIGNIFICACIÓN		REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR
ICA PROMEDIO		63	SIGNIFICACIÓN	REGULAR	

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

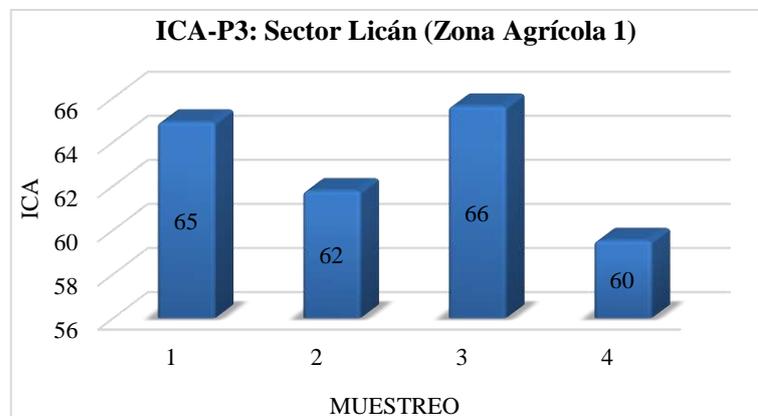


Gráfico 32-3: ICA para P3 en 4 momentos de muestreo

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

Para el punto 3 referente a la zona agrícola 1 tuvo 63 como media siendo una calidad regular. La menor calidad del agua se vio reflejada en el cuarto monitoreo con un ICA igual a 60, valor que es influenciado por la cantidad de coliformes fecales, el porcentaje de oxígeno disuelto, la turbidez y los SDT, todos estos parámetros vinculados al incremento de caudal en comparación con el muestreo tres que presenta el mayor ICA con 66, seguido por el primer muestreo con 65 puntos y el segundo muestreo con 62. El caudal abundante en el primer monitoreo se refleja en el porcentaje de oxígeno disuelto y el estiaje presentado en el tercer monitoreo se asocia con la menor DBO₅ de los cuatro muestreos; los altos valores de nitratos y fosfatos están directamente relacionados con el uso de fertilizantes en los invernaderos posteriores y adyacentes al punto. Finalmente, los parámetros fuera de los LMP son los coliformes para cualquier uso que se quisiese dar a estas aguas, los fosfatos para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces frías, y los SDT para descargas a cuerpos de agua dulce.

3.4.1.4. Punto 4

Tabla 7-3: Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P4

P4: San Luis de Macají					
Parámetro	Unidades	M1	M2	M3	M4
Coliformes fecales	NMP/100 mL	39600	44100	280000	11400000
pH	-	8,29	8,45	8,55	8,45
DBO ₅	mgO ₂ /L	8,37	7,83	15,93	9,72
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	6,60	3,20	7,20	5,30
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	0,61	2,49	1,95	2,31

Temperatura	°C	-2,10	-2,80	-3,10	-1,20
Turbidez	NTU	36,40	11,10	21,10	24,05
SDT	mg/L	190,90	259,70	394,90	340,25
OD	%O ₂	93,15	79,18	50,80	53,97
ICA		59	60	58	43
SIGNIFICACIÓN		REGULAR	REGULAR	REGULAR	MALA
ICA PROMEDIO		52	SIGNIFICACIÓN	REGULAR	

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

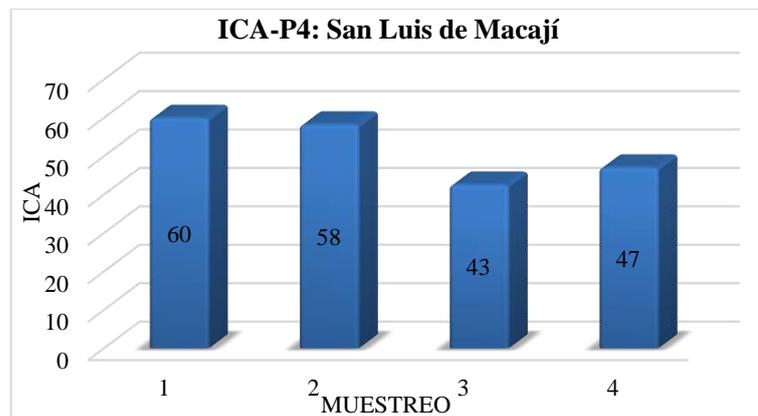


Gráfico 33-3: ICA para P4 en 4 momentos de muestreo

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

El punto 4 ubicado en San Luis de Macají presenta un ICA medio de 52 que significa una calidad regular, dentro de todos los monitoreos realizados se tiene que el cuarto muestreo presenta el valor más crítico por tener mayor presencia de coliformes fecales, debido a la descarga de urbanizaciones privadas ubicadas en tramos más altos del río. El segundo muestreo presentó el mejor ICA, pero la mayor concentración de fosfatos. En cuanto al primero monitoreo reflejó mayor turbidez debido al incremento del caudal y el arrastre de material orgánico e inorgánico y finalmente el tercer muestreo que se encontró en estiaje exhibió los valores más altos para DBO₅, nitratos, SDT y obtuvo el valor más bajo para oxígeno disuelto. Respecto a los LMP se observa un incumplimiento en coliformes fecales, fosfatos, SDT para la descarga a cuerpos de agua dulce y el oxígeno disuelto solo se encuentra dentro del rango admisible en el primer monitoreo.

3.4.1.5. Punto 5

Tabla 8-3: Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P5

P5: Zona Agrícola 2					
Parámetro	Unidades	M1	M2	M3	M4
Coliformes fecales	UFC/100 mL	392700	39500	2100000	15600000
pH	-	8,38	8,45	8,44	8,30
DBO₅	mgO ₂ /L	11,61	10,26	14,85	16,20
Nitratos	NO ₃ - mg/L	6,70	4,50	11,90	7,40

Fosfatos	PO43- mg/L	0,79	1,74	4,65	3,05
Temperatura	oC	-3,60	-3,90	-3,60	-0,40
Turbidez	NTU	41,50	13,10	34,80	26,25
SDT	STD mg/L	195,40	274,50	438,30	360,65
OD	%O2	88,40	73,58	29,62	67,34
ICA		55	54	35	49
SIGNIFICACIÓN		REGULAR	REGULAR	MALA	MALA
ICA PROMEDIO		48	SIGNIFICACIÓN		MALA

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

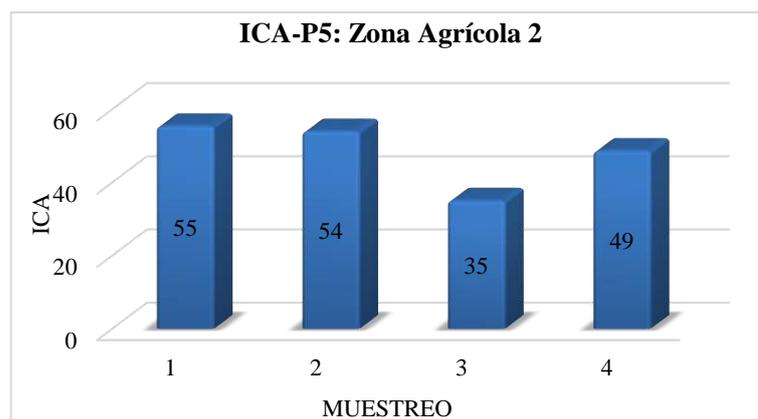


Gráfico 34-3: ICA para P5 en 4 momentos de muestreo

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

El quinto punto influenciado por la zona agrícola 2 exhibe calidad mala con un promedio de 48 puntos en su ICA, teniendo la calidad más baja en el tercer muestreo con un valor de 35, como se mencionó anteriormente fue el monitoreo en el que el río presentó el menor caudal, esto se refleja en los altos valores de DBO₅, nitratos, fosfatos, SDT y el peor porcentaje de oxígeno disuelto; encontrándose los últimos cuatro fuera de norma en todas las repeticiones realizadas. La DBO₅ alta y el OD bajo son una muestra directa del nivel de contaminación en este punto, ya que una demanda alta y un porcentaje bajo de oxígeno impiden la generación normal de procesos biológicos matando la vida acuática por asfixia, relacionándose así también con el valor de coliformes fecales. Para el resto de los muestreos la calidad del agua mejoró en el orden de muestreo cuatro, uno y dos con valores de 49, 54 y 55 respectivamente. Es importante mencionar que este punto está ubicado en una zona más baja que el Club Deportivo Olmedo y un desfogue de alcantarillado que se encuentra tras la Quinta Macají, ambas actividades son foco directo de contaminación para el río aportando materia fecal y aguas en malas condiciones que de ninguna manera cumplen con alguna normativa ambiental.

3.4.1.6. Punto 6

Tabla 9-3: Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P6

P6: Sector Ciudadela "Los Shyris"					
Parámetro	Unidades	M1	M2	M3	M4
Coliformes fecales	NMP/100 mL	48100	49900	3100000	12000000
pH	-	8,42	8,48	8,40	8,35
DBO5	mgO ₂ /L	12,42	7,02	16,20	16,47
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	6,50	4,30	10,60	7,10
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	0,80	2,25	4,35	7,00
Temperatura	°C	-3,10	-3,70	-4,60	-2,20
Turbidez	NTU	43,60	12,10	25,30	26,60
SDT	mg/L	202,00	276,74	434,90	364,35
OD	%O ₂	76,77	62,94	26,99	64,55
ICA		54	52	36	46
SIGNIFICACIÓN		REGULAR	REGULAR	MALA	MALA
ICA PROMEDIO		47	SIGNIFICACIÓN	MALA	

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

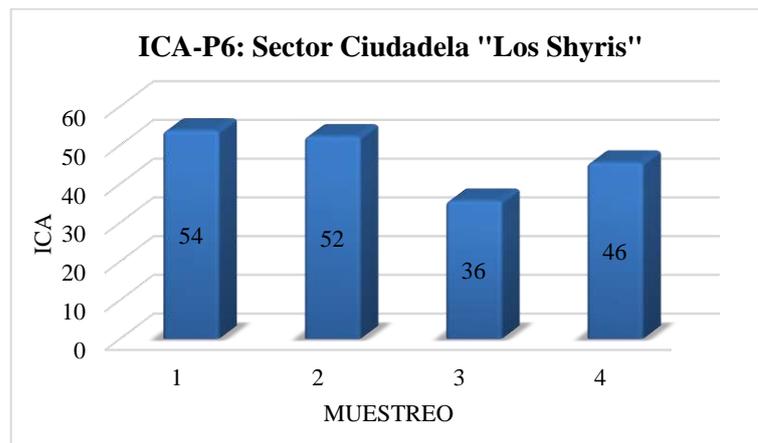


Gráfico 35-3: ICA para P6 en 4 momentos de muestreo

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

En el punto 6 del Sector Ciudadela “Los Shyris” se obtuvo un ICA promedio de 47 teniendo una calidad mala, aquí el tercer muestreo reflejó el menor ICA con 36 puntos presentando la mayor concentración de nitratos, SDT y el menor porcentaje de oxígeno disuelto, estas características se mantienen por la disminución del caudal durante este monitoreo. Por otro lado, el primer muestreo mantiene el mejor ICA presentando mayor turbidez debido a la presencia de lluvias, generando un mayor arrastre de materiales, del mismo modo el cuarto muestreo presentó la mayor concentración de coliformes fecales, DBO y fosfatos. En este punto se observa un aporte de contaminación debido a las descargas directas del alcantarillado desde la quebrada Puctus y la Cdla. Shyris, por lo cual, existe incumplimiento de LMP para fosfatos, oxígeno disuelto y SDT

en cuanto a descarga en cuerpos de agua dulce, mientras que, en nitratos se encuentra por encima del rango para uso agrícola y descarga en cuerpos de agua dulce incumple en el tercer muestreo.

3.4.1.7. Punto 7

Tabla 10-3: Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P7

P7: Parque Lineal Chibunga					
Parámetro	Unidades	M1	M2	M3	M4
Coliformes fecales	NMP/100 mL	618500	613500	1200000	10100000
pH	-	8,41	8,54	8,45	8,53
DBO5	mgO ₂ /L	17,01	7,29	15,66	12,69
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	7,00	9,10	5,50	5,00
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	0,86	5,96	1,85	1,82
Temperatura	°C	-3,20	-2,80	-4,40	-3,60
Turbidez	NTU	38,30	10,30	11,05	22,10
SDT	mg/L	206,20	272,45	398,40	345,15
OD	%O ₂	71,91	62,56	53,97	66,66
ICA		51	49	45	49
SIGNIFICACIÓN		REGULAR	MALA	MALA	MALA
ICA PROMEDIO		48	SIGNIFICACIÓN	MALA	

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

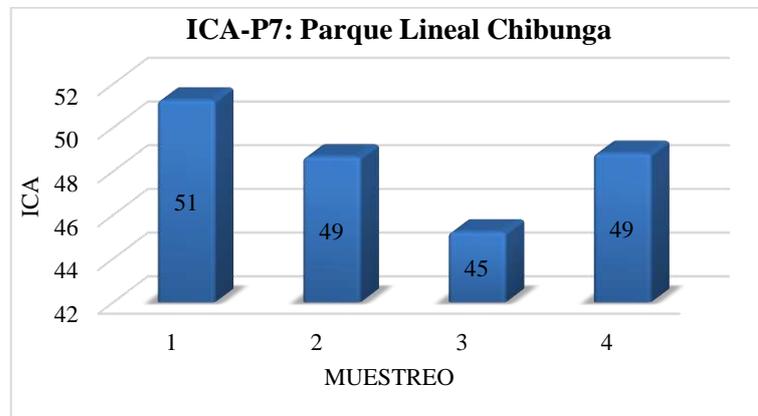


Gráfico 36-3: ICA para P7 en 4 momentos de muestreo

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

El séptimo punto que se encuentra en el parque lineal Chibunga refleja un valor de calidad promedio de 48 con significación mala. El peor ICA estuvo en el tercer muestreo con 45, seguido de 49 para el segundo y cuarto, y 51 para el primero, siendo este último el mejor. Los nitratos presentaron valores altos, pero dentro de la norma en el monitoreo uno y dos, esto podría ser consecuencia del uso de agroquímicos para la eliminación de yerba en las riberas del río. Los SDT sobrepasaron los LMP en las cuatro ocasiones, pero fueron mayores en el tercer y cuarto muestreo, esto fue evidente al momento de recolectar la muestra ya que se observó materia

flotante en el curso del río de aquí en adelante. El porcentaje de oxígeno disuelto fue bajo en la segunda y tercera repetición, parámetro asociado al caudal mínimo presentado en ambas ocasiones. Los LMP para las descargas a cuerpos de agua dulce y la preservación de la vida acuática. no se cumplieron en el OD, los SDT y los fosfatos.

3.4.1.8. Punto 8

Tabla 11-3: Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P8

P8: Zona Agrícola 3					
Parámetro	Unidades	M1	M2	M3	M4
Coliformes fecales	NMP/100 mL	535000	587000	1700000	22500000
pH	-	8,34	8,50	8,53	8,01
DBO5	mgO ₂ /L	19,44	8,10	16,47	8,91
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	7,50	7,10	5,10	4,30
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	4,10	4,92	2,12	1,75
Temperatura	°C	-2,80	-3,90	-4,10	-4,50
Turbidez	NTU	42,50	11,65	9,35	20,60
SDT	mg/L	281,30	283,55	419,40	342,85
OD	%O ₂	77,15	61,57	43,52	55,03
ICA		49	48	42	50
SIGNIFICACIÓN		MALA	MALA	MALA	MALA
ICA PROMEDIO		47	SIGNIFICACIÓN		MALA

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

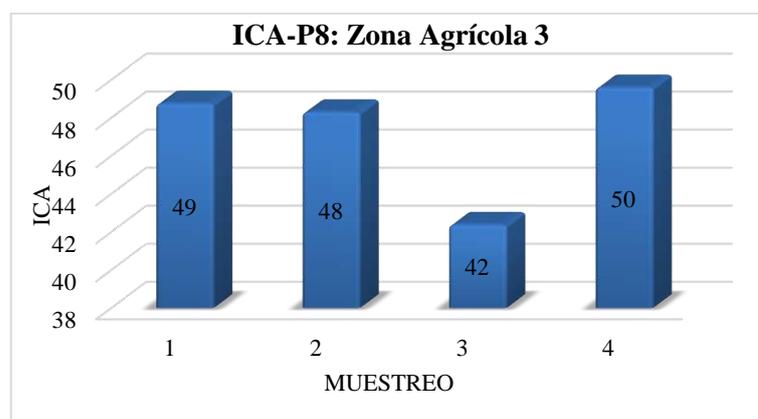


Gráfico 37-3: ICA para P8 en 4 momentos de muestreo

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

El punto 8 que se encuentra influenciado por la zona agrícola 3 obtuvo un ICA promedio de 47 teniendo una mala calidad, dentro del mismo se mantiene el peor valor para el tercer muestreo, donde hubo la mayor concentración de SDT y el menor porcentaje de oxígeno disuelto. Por otro lado, el cuarto muestreo tuvo la mejor calidad, no obstante, también la mayor presencia de

coliformes fecales; asimismo, el primer muestreo refleja la mayor concentración de DBO, nitratos y turbidez, esto contrasta con el aumento del caudal generando mayor escorrentía de las zonas agrícolas aledañas. En cuanto a los LMP los coliformes fecales, fosfatos y oxígeno disuelto no cumplen con los requisitos para uso agrícola, y los nitratos solo cumplen para el tercer y cuarto monitoreo. Además, la alta presencia de coliformes fecales ha traído problemas al usar esta agua para el riego porque incumple los LMP, pobladores de la comunidad mencionaron que había plagas desconocidas atacando a sus cultivos y el consumo de estos productos podría generar problemas de salud a sus consumidores.

3.4.1.9. Punto 9

Tabla 12-3: Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P9

P9: Zona posterior a Lácteos Santillán					
Parámetro	Unidades	M1	M2	M3	M4
Coliformes fecales	NMP/100 mL	60900	157000	1690000	9500000
pH	-	8,34	8,47	8,31	8,16
DBO5	mgO ₂ /L	19,98	7,56	14,31	9,99
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	8,70	8,50	4,90	4,00
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	1,22	4,48	1,69	1,98
Temperatura	°C	-2,40	-3,60	-4,20	-4,30
Turbidez	NTU	41,10	6,19	8,10	14,15
SDT	mg/L	228,80	295,35	429,40	339,75
OD	%O ₂	72,08	60,57	55,96	62,43
ICA		50	49	47	51
SIGNIFICACIÓN		MALA	MALA	MALA	REGULAR
ICA PROMEDIO		49	SIGNIFICACIÓN	MALA	

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

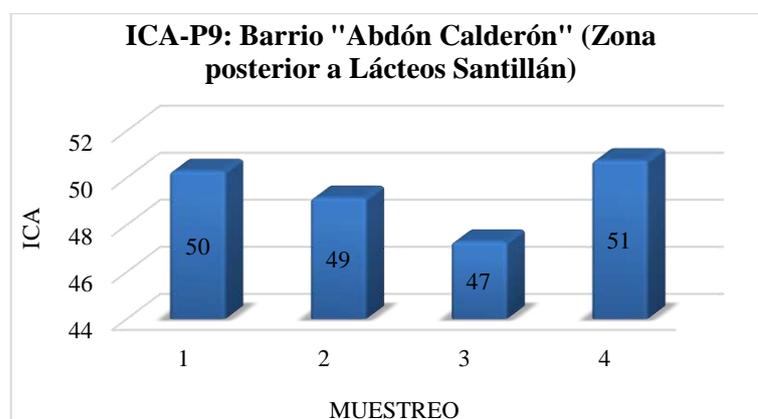


Gráfico 38-3: ICA para P9 en 4 momentos de muestreo

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

El punto 9 en el Barrio “Abdón Calderón”, está ubicado posterior a la industria láctea Santillán además de zonas del río usadas como lavandería, su índice medio fue 49 siendo mala su significación. Aquí el ICA fue mínimo en el tercer muestreo con 47, seguido de 49 para el segundo, 50 para el primero y 51 para el cuarto. Estos resultados pueden ser explicados por la diferencia de caudal entre una repetición y otra, es decir, la peor calidad se refleja en el momento que menos caudal hubo, pero la mejor calidad se refleja para la primera y cuarta repetición, por ser los momentos con más agua en el río diluyendo los contaminantes que podrían surgir; otros parámetros asociados a la cantidad de agua como el OD y el arrastre de SDT, son críticos en el tercer monitoreo que tuvo un caudal mínimo y fue donde se pudo visualizar a mujeres realizando actividades de lavandería directamente en el cauce del afluente. Los nitratos son altos en el primer y segundo muestreo, esto podría deberse a fugas de fosas sépticas y el aporte de aguas residuales de las residencias ubicadas en el barrio. La normativa es incumplida para descargas a cuerpos de agua dulce y la preservación de la flora y fauna en parámetros como coliformes, fosfatos, SDT y OD.

3.4.1.10. Punto 10

Tabla 13-3: Resultados de laboratorio y cálculo de ICA P10

P10: Zona Agrícola 4					
Parámetro	Unidades	M1	M2	M3	M4
Coliformes fecales	NMP/100 mL	520000	680000	2300000	8300000
pH	-	8,31	8,69	8,51	8,12
DBO5	mgO ₂ /L	17,82	8,37	18,90	5,67
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	8,00	8,70	4,80	6,20
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	1,15	3,52	1,94	5,75
Temperatura	°C	-3,10	-3,80	-5,50	-5,40
Turbidez	NTU	41,40	8,76	8,80	19,05
SDT	mg/L	236,30	297,85	419,20	331,35
OD	%O ₂	67,52	61,56	54,92	79,36
ICA		49	48	44	54
SIGNIFICACIÓN		MALA	MALA	MALA	REGULAR
ICA PROMEDIO		49	SIGNIFICACIÓN		MALA

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

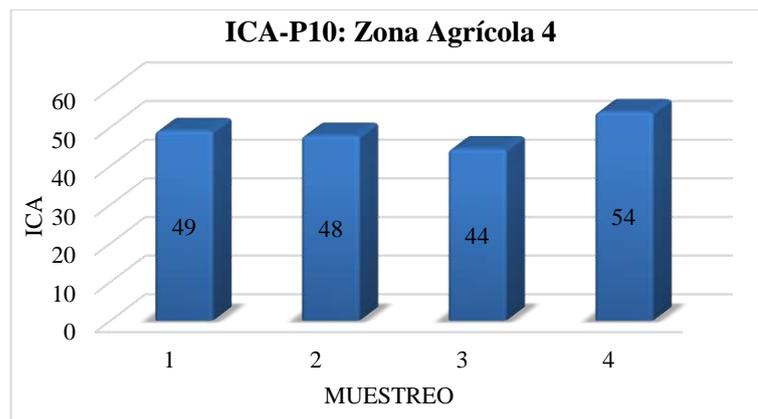


Gráfico 39-3: ICA para P10 en 4 momentos de muestreo

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

El punto 10 ubicado después de la Zona Agrícola 4 en la descarga del Río Chibunga al Río Chambo, obtuvo un ICA promedio de 49 teniendo una significación mala, dentro de esta zona se puede destacar la alta presencia de cultivos, así como el uso de agroquímicos y la presencia de ganado vacuno y porcino que en ocasiones es arrastrado por la corriente, además de recibir las descargas de toda la población de San Luis, es por ello que el peor ICA se obtuvo para el tercer muestreo que se encontraba en estiaje, donde se pudo observar material coloidal en forma de fibras. Respecto a los LMP se incumplen en los parámetros de coliformes fecales, nitratos, fosfatos y oxígeno disuelto. Pudiendo evidenciar que durante el recorrido existe mayor aporte de contaminantes a los tramos más bajos del río.

Para concluir, se tiene que los primeros cuatro puntos tienen un ICA con una significación de calidad regular y los seis restantes con una calidad mala como se muestra en la siguiente tabla resumen:

Tabla 14-3: Resumen de los ICA para los 10 puntos muestreados

PUNTO	M1	M2	M3	M4	ICA PROMEDIO	SIGNIFICACIÓN
P1	68	67	69	63	67	REGULAR
P2	67	65	64	66	66	REGULAR
P3	65	62	66	60	63	REGULAR
P4	60	58	43	47	52	REGULAR
P5	55	54	35	49	48	MALA
P6	54	52	36	46	47	MALA
P7	51	49	45	49	48	MALA
P8	49	48	42	50	47	MALA
P9	50	49	47	51	49	MALA
P10	49	48	44	54	49	MALA

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

De igual modo, estos valores se expresan en el gráfico 40-3, mostrando que el muestreo tres fue el más crítico de todos debido al bajo caudal que se pudo observar y las condiciones particulares de cada punto explicadas anteriormente. Finalmente, el índice de calidad se dictaminó como regular para los 4 primeros puntos y mala para los seis restantes como se puede visualizar en la figura 5-3.

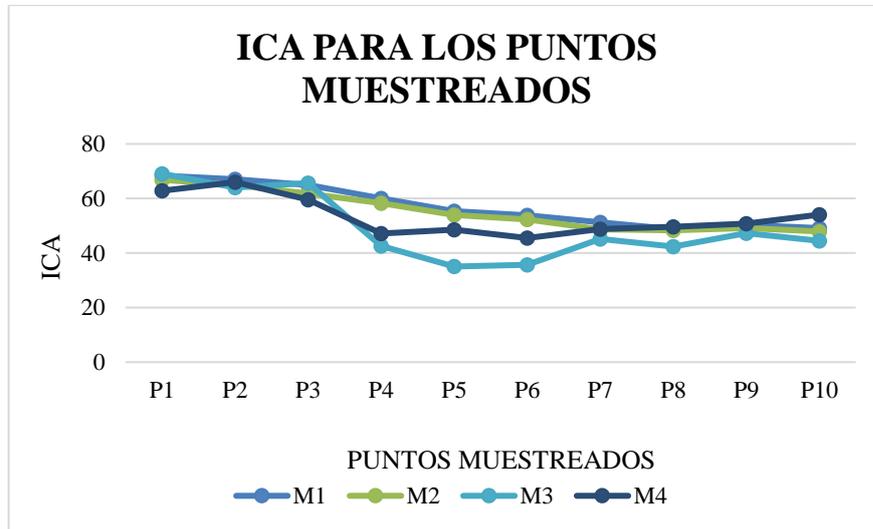


Gráfico 40-3: ICAS para los 10 puntos muestreados

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.



Figura 6-3: Mapa de ubicación para los puntos de muestreo y sus ICA respectivos

Realizado por: Andrade. S, Villalba. M. 2022.

CONCLUSIONES

- La evaluación de la contaminación del río Chibunga enfocada en las actividades antropogénicas desarrolladas a las riberas de la vertiente permitió identificar lo crítico de la situación ambiental a medida que su cauce avanza por el cantón Riobamba, concluyendo que su índice de calidad está directamente relacionado con la falta de compromiso y control ambiental por parte de las autoridades y los mismos pobladores y dueños de dichas actividades. Resulta de vital importancia entonces que se realicen este tipo de estudios como una forma de concientizar y crear un antecedente que permita conocer la situación real y actual de este río y otros que atraviesen cantones de la provincia y sirvan como destino final para aguas sin tratar.
- Se determinó que el 53% de la población considera que los servicios públicos de saneamiento no cubren con las necesidades de su sector, siendo el servicio de alcantarillado y la recolección de residuos sólidos los problemas que más los aquejan, pese a que el 77,1% conoce la correcta disposición de los residuos sólidos, la insuficiente gestión por parte de las autoridades ocasiona el arrastre de basura y residuos. Igualmente, el 83,6% considera que las autoridades no se preocupan por la calidad del ecosistema en el que viven, entendiéndolo que la mala gestión de las autoridades ambientales municipales es la principal causante de la contaminación del río. La situación actual del río Chibunga debe ser considerada de interés público ya que durante su paso por el cantón Riobamba recorre todas sus parroquias, siendo así que el 99% de la población está consciente del deterioro de la calidad del cauce en los últimos años y consideran que las fuentes de contaminación más representativas son las actividades antropogénicas que se ejecutan a sus riberas.
- Se inventarió 25 fuentes principales de contaminación, distribuidas de la siguiente manera: 8 actividades en la zona rural entre las que destacan la UCEM ubicada en la parroquia Licán, las zonas agrícolas 1, 3 y 4 ubicadas en Licán y San Luis respectivamente, y Lácteos Santillán ubicada en San Luis. Por otro lado, las 17 actividades restantes se ubican en la zona urbana, destacando la zona agrícola 2, las descargas de la red de alcantarillado, Quinta Macají, Cdla. “9 de octubre”, Cdla. “Los Shyris” y Parque Ecológico ubicadas en las parroquias urbanas Lizarzaburu y Veloz correspondientemente.
- Los valores de contaminación hídrica determinados a través de análisis fisicoquímicos y microbiológicos variaron en función de las condiciones climatológicas al realizar los distintos monitoreos. De los nueve parámetros evaluados aquellos con mayor influencia en el grado de afectación del río fueron coliformes fecales, DBO₅, oxígeno disuelto, nitratos y fosfatos, todos ellos relacionados directamente con la existencia de condiciones inadecuadas para el

desarrollo natural de vida acuática en el cauce. Teniendo así que para coliformes fecales los valores más críticos se encontraron en el punto 7 y 8 del cuarto muestreo con valores de $1,01 \times 10^7$ y $2,3 \times 10^7$ NMP/100 mL, respectivamente; paralelamente los valores más altos de DBO₅ se evidenciaron en el punto 8 con 19,44 mgO₂/L y punto 9 con 19,98 mgO₂/L en el primer muestreo. Así mismo, el porcentaje de saturación de oxígeno fue pésimo en el tercer muestreo para los puntos 5 y 6 con valores de 29,62 y 26,99. Por otra parte, los nitratos fueron altos para los puntos 5 y 6 del último muestreo con 7,4 y 7,1 NO₃⁻ mg/L correspondientemente; y finalmente los fosfatos presentaron valores de 7 PO₄³⁻ mg/L para el punto 6, muestreo 4 y 5,96 PO₄³⁻ mg/L para el punto 7, muestreo 2.

- Se realizó el cálculo del ICA para cada parámetro en los 10 puntos de monitoreo, obteniendo un ICA promedio de: punto 1 regular con 67; punto 2 regular con 66; punto 3 regular con 63; punto 4 regular con 52; punto 5 mala con 48; punto 6 mala con 47; punto 7 mala con 48; punto 8 mala con 47; punto 9 mala con 49; punto 10 mala con 49. La calidad del agua se mantiene en regular en los 4 puntos que corresponden al curso más alto del río, demostrando un descenso a mala a partir de la zona media del cauce, experimentando, desde el punto 5 ubicado en el área urbana del cantón, la degradación de la calidad hasta el punto 10 que representa la zona más baja. Estos resultados evidencian que durante su curso el río Chibunga recibe aportes de aguas domésticas sin tratamiento previo y se relaciona directamente a la identificación de fuentes puntuales como descargas de aguas residuales urbanas e industriales provenientes de actividades como el desfogue de la red de alcantarillado municipal, zonas agrícolas, urbanizaciones, complejos deportivos y ciudadelas ubicadas en las orillas del río que descargan efluentes en el río Chibunga sin un tratamiento previo, además de las acciones naturales como la escorrentía pluvial que arrastra consigo basura y agroquímicos usados en invernaderos y cultivos aportando nutrientes como fósforo y nitrógeno.

RECOMENDACIONES

- Mejorar la planificación urbana de modo que se impida o al menos controle el asentamiento de nuevas viviendas e industrias en las riberas del río, además de impedir el vertido directo de aguas residuales domésticas e industriales.
- Instaurar una PTAR que ayude a tratar las aguas antes de ser desechadas al río de manera directa en los puntos más críticos, de modo que se pueda mitigar el daño ambiental causado.
- Implementar interceptores marginales que impidan el vertido directo a los cuerpos receptores como medio para controlar las fuentes de contaminación no puntuales que se consideran difíciles o imposibles de moderar, como son el escurrimiento pluvial procedente de terrenos dedicados a la agricultura y el arrastre pluvial de áreas urbanas.
- Efectuar capacitaciones y charlas con la temática de educación ambiental para incentivar en la población del cantón el compromiso ambiental que requiere esta situación, debido a que, el río, no solo es un componente agroecológico muy importante, si no también es un elemento relevante presente en el diario vivir de los riobambeños.
- Realizar análisis fisicoquímicos de variables como tensoactivos, aceites y grasas, y compuestos piretroides para ahondar en la situación real de la contaminación hídrica del río Chibunga.
- Incrementar el control por parte de las autoridades ambientales municipales respecto a los diferentes usos que se le da al agua durante su paso por el cantón Riobamba, ya que la variabilidad en su calidad requiere atención a las condiciones climatológicas, debido a que la peor calidad se presentó en condiciones de estiaje, donde la presencia de coliformes fecales, nitratos, fosfatos y la reducción del oxígeno disuelto superó significativamente los LMP para uso agrícola, para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces frías y los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce. Siendo el riego uno de los factores más críticos, debido a la probable presencia de huevos de parásitos, además de heces y sustancias tóxicas que no pueden ser eliminadas por la capacidad de autodepuración natural del río, evidenciando problemas como la aparición de nuevas plagas, mayor resistencia de las mismas, además de la bioacumulación de sustancias tóxicas pudiendo afectar la salud alimentaria de sus consumidores.

BIBLIOGRAFÍA

ALMEIDA, M. "Conceptos generales sobre el agua y el desarrollo sostenible". *Conferencia Internacional de los Recursos de Agua Dulce* [en línea], 2013, (Perú), [Consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: http://www.alt-perubolivia.org/web_lago/WEB_LT/cursos/carpeta_difusion/Unidad03.pdf

BÉJAR, J.; & MENDOZA, B. "Contaminación orgánica del río chambo en el área de descarga de agua residual de la ciudad de Riobamba". *Perfiles* [en línea], 2018, (Ecuador) 2(1), pp. 40-46. [Consulta: 12 abril 2021]. ISSN 2477-9105. Disponible en: <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/Articuloshtml/Perfiles20Art5/Perfiles20Art5.xhtml>

BOLAÑOS, John; et al. "Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica)". *Scielo* [en línea], 2017, (Costa Rica) 30(4), pp. 15-27. [Consulta: 15 enero 2022]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-15.pdf>

BROWN, R.; et al. *A Water Quality Index: Do We Dare? Water Sewage Works*, 117(10), 1970, pp. 339-343.

CADME, M.; et al. "INFLUENCIA ANTRÓPICA EN LA CALIDAD DE AGUA". *Congreso Nacional del Medio Ambiente - CONAMA*, (2018), pp. 1-11.

COHIFE. *Linea de ribera en la provincia de san juan*. [blog]. 2015. [Consulta: 12 abril 2021]. Disponible en: <https://www.cohife.org/advf/documentos/2015/09/560978a6b7445.pdf>

CONESA, V. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental* [en línea]. 4 ed. España: *Ediciones Mundi-Prensa*, 2012. [Consulta: 20 enero 2022]. Disponible en: <http://www.sinab.unal.edu.co/?q=node/46>

CRUZ, Camilo; et al. "Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica". *Revista Ingenierías: Universidad de Medellín* [en línea], 2018, (Colombia) 8(15), pp. 386-423. [Consulta: 15 abril 2021]. ISSN 2041319X. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>

CUENCA, Elizabeth; et al. "El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México". *Quivera. Revista de Estudios Territoriales* [en línea]. 2012, (México) 14(1), pp. 78-97. [Consulta 14 diciembre 2023]. ISSN: 1405-8626. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40123894005>

DOMINGUEZ, M. "La contaminación ambiental, un tema con compromiso social". *Scielo* [en línea], 2015, (Colombia) 10(1), pp. 9-21. [Consulta: 17 abril 2021]. ISSN 1909-0455. Disponible

en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552015000100001

ECOFIELD. *Recursos Hídricos*. [blog]. 2015. [Consulta: 9 mayo 2021]. Disponible en: https://www.ecofield.net/Legales/Sanjuan/res632-15_SJuan.htm#arriba

FERNÁNDEZ, A. "El agua: un recurso esencial". *Química Viva* [en línea], 2011, 11(3), pp. 147-170. [Consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>

GARCÍA, M.; et al. "Capítulo 4: El agua. El Medio Ambiente en Colombia". *Bogotá: Universidad Nacional de Colombia* [en línea], 2015, pp. 115-189. [Consulta: 27 abril 2022]. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>

GARCÍA, Bellido; et al. "SPSS: ANÁLISIS DE FIABILIDAD". *innovaMIDE* [en línea], 2010, pp. 25-39. [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0801B.pdf

GIACOMETTI, G. "Con el agua negra se irriga los sembríos en Chimborazo". *El Comercio* [en línea], 2012. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/agua-negra-irriga-sembríos-chimborazo.html>.

GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA. "*Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Riobamba*". Riobamba: Bigcopy Printer, 2015.

GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN RIOBAMBA. "*Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Riobamba - Actualización 2020-2030*". Riobamba: Municipio de Riobamba, 2020.

GÓMEZ, O. "Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública". *Revista de la Facultad de Medicina* [en línea], 2018, (Colombia) 66(1), pp. 7-8. [Consulta: 17 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v66n1/0120-0011-rfmun-66-01-00007.pdf>

GONZÁLEZ, Viky; et al. "Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP en la quebrada La Ayurá". *Gestión y Ambiente* [en línea], 2013, (Colombia) 16(1), pp. 97-107. [Consulta: 20 mayo 2021]. ISSN: 0124-177X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169427489003.pdf>

GUARDARRAMAS, Rosendo; et al. "Contaminación del agua". *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales* *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales* [en línea], 2016, 2(5), pp. 1-10. [Consulta: 15 abril 2021]. Disponible en: https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales/vol2num5/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V2_N5_1.pdf

GUTIERREZ, J.; & SÁNCHEZ, L. "Impacto Ambiental". *ULADECH* [en línea], 2009, 2(1), pp. 1-12. [Consulta: 18 noviembre 2021]. Disponible en: http://files.uladech.edu.pe/docente/17817631/mads/Sesion_1/Temas_sobre_medio_ambiente_y

desarrollo sostenible ULADECH/14._Impacto_ambiental_lectura_2009_.pdf

INEC. "Reporte del censo poblacional: Cantón Riobamba". *INEC* [en línea], 2010. [Consulta: 28 abril 2022]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantoniales/Chimborazo/Fasciculo_Riobamba.pdf

IONOS. *Startuo Guide IONOS. El inventario: qué es y cómo hacerlo* [blog]. 2018. [Consulta: 23 junio 2022]. Disponible en: <https://www.ionos.es/startupguide/gestion/que-es-un-inventario/>

JAQUE, E.; & POTOĆÍ, C. 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 [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2015. pp. 167. [Consulta: 25 abril 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4077%0Ahttp://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4077/1/236T0132 UDCTFCI.pdf>.

LARREA, Murrel; et al. "Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de calidad de las aguas". *Revista CENIC. Ciencias Biológicas* [en línea], 2013, 44(3), pp, 24-34. [Consulta: 13 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181229302004.pdf>

LÓPEZ, K. Determinación del Índice de calidad del agua en la Laguna de Colta mediante la valoración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador. 2019. [Consulta: 28 junio 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18202/1/T-UCE-0012-FIG-097.pdf>.

LUTENBERG, O. "Tratamiento sanitario de aguas residuales". *SlideShare* [en línea], 2014. [Consulta: 23 diciembre 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/Frika1974/tratamiento-sanitario-de-aguas>

MENDOZA, J. "Hidrosfera V". *Scribd.* [en línea], 2015. [Consulta: 16 diciembre 2021]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/509509051/SESSION-N-6-HIDROSFERA-V-1-Sec-GEO-IB>

MORA, N. "*Declaratoria: Amicus curiae*". 2017, Quito-Ecuador. [Consulta: 3 diciembre 2021]. Disponible en: http://esacc.corteconstitucional.gob.ec/storage/api/v1/10_DWL_FL/e2NhcNBldGE6J2VzY3JpdG8nLCBldWlkOicxNDYwNzRjNi00N2E1LTRiZWQtoGM4Ni0zMdc4YmRjNjQwZTEucGRmJ30=

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ y UNIVERSIDAD NACIONAL. "Informe de Calidad de Aguas Superficiales, San José". *Programa de Cooperación UNA-MSJ Programa Agenda Verde San José* [en línea], 2014, (Costa Rica). [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/51490141-Informe-de-calidad-de-aguas-superficiales-san-jose.html>

OSORIO, Miguel; et al. *La calidad de las aguas residuales domésticas* [blog]. Polo de conocimiento, 2021. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en:

<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2360#:~:text=La%20composici%C3%B3n%20de%20las%20aguas,constituyentes%20que%20se%20pueden%20encontrar>
PEÑALOZA, J. "Contaminación". *Dialnet* [en línea], 2012, 5(13), pp. 6. [Consulta: 14 noviembre 2021]. ISSN-e 1988-5245. Disponible en: [https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6421184#:~:text=A medida que aumenta el,se deteriora cada vez más](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6421184#:~:text=A%20medida%20que%20aumenta%20el%20deterioro%20de%20la%20calidad%20del%20agua%20en%20el%20r%C3%ADo%20Portoviejo%20(Ecuador),pp.41-51)

QUIROZ, Luis; et al. 2017. "Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador". *Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental* [en línea], 2017, Ecuador 38(3), pp. 41-51. [Consulta: 1 marzo 2022]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n3/riha04317.pdf>.

RAMOS, E.L. Desechos contaminantes e índice de calidad del agua del río Chibunga, cantón Riobamba, año 2017 [en línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Unidad de Posgrado UTEQ, 2018. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5014>

ROLDÁN, G.; & RAMÍREZ, J. *Fundamentos de limnología neotropical* [en línea]. 2 ed. Antioquia: Universidad de Antioquia, 2008. [Consulta: 14 febrero 2022]. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=FA5Jr7pXF1UC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

SANCHÓN, M. "Contaminación del agua". *Universidad de Cantabria* [en línea], 2018. [Consulta: 21 abril 2022]. Disponible en: <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/965/course/section/1090/Contaminacion%2520del%2520agua.pdf>

Servicio Nacional de Estudios Territoriales. "Índice de Calidad del Agua". *Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales* [en línea], 2012, (El Salvador). [Consulta: 28 junio 2022]. Disponible en: <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>

SIGLER, A.; & BAUDER, J. "Alcalinidad, pH, y Sólidos Disueltos Totales". *Northern Plains & Mountains* [en línea], 2014, pp. 8-10. [Consulta: 25 noviembre 2021]. Disponible en: [http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity_pH_TDS 2012-11-15-SP.pdf](http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity_pH_TDS%202012-11-15-SP.pdf).

SWISTOCK, B. *Nitratos en el agua potable* [blog]. Pennsylvania: PennState Extension, 2020. [Consulta: 15 marzo 2022]. Disponible en: <https://extension.psu.edu/nitratos-en-el-agua-potable>

TORRES, Patricia; et al. "Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano una revisión crítica". *Revista Ingenierías* [en línea], 2009, 8(15), pp. 79-94. [Consulta: 22 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/riium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>

VALCARCEL, Lino; et al. "El Índice de Calidad de Agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos". *Medio ambiente y Desarrollo; Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente* [en línea], 2009, (Cuba) 10(8), pp. 1-5. [Consulta: 29 junio 2022]. ISSN: 1683-8904

Disponible en: <https://cmad.ama.cu/index.php/cmada/article/view/141/416>

VELOZ, N.; & CARBONEL, C. "Evaluación de la calidad del agua de la microcuenca del río Chibunga-Ecuador en variaciones estacionales, periodo 2013- 2017". *Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas* [en línea], 2018, (Ecuador) 21(42), pp. 13-26. [Consulta: 25 julio 2022]. ISSN 1682-3087. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/15784/13520>

YOGENDRA, K.; & PUTTAIAH, E. "Determination of water quality index and sustainability of an urban waterbody in Shimoga Town, Karnataka". *The 12th World Lake Conference* [en línea], 2011, (India), pp. 342-346. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/266879506_Determination_of_Water_Quality_Index_and_Suitability_of_an_Urban_Waterbody_in_Shimoga_Town_Karnataka.



ANEXOS

ANEXO A: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-01

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-01)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		08/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia	Calpi			
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector	Gatazio			
1		X	749830,1	9816350,8	Altura (m)	3064	Zona	17S	
Nombre de la actividad		Tipo de actividad	Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad		
Unión Cementera Nacional		Industrial	Ing. Galo Serrano	Panamericana Sur Km 14			60 años		
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		A través de la Gerencia de Seguridad, Salud y Ambiente ha implementado una serie de actividades como parte de su responsabilidad ambiental. ha implementado un vivero donde se cultivan, anualmente, 500 mil plantas nativas de la serranía ecuatoriana, para replantarlas en las áreas de influencia de la planta industrial, hidroeléctrica y concesiones mineras, y así recuperar y rehabilitar las cuencas hídricas de los ríos Chimborazo, Sicalpa Cajabamba y el río Chibunga. Así mismo, cuentan con PMA actuales y al día, y actividades de integración comunitaria para los pobladores de las zonas aledañas a sus puntos de extracción.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	X	NO						
Registro fotográfico									
									

ANEXO B: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-02

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-02)										
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba				Fecha (dd-mm-aa)		08/07/2022	
Cantón			Riobamba				Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas				Parroquia	Licán		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Barrio/Sector	San José de Macají		
2		X	754927,4	9816446,7	756226,6	9815430,1	Altura	2768	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado		Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Zona agrícola 1		Agrícola		N/A		N/A			15 años	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales						
Agua potable		Agua de riego	X		Esta actividad está considerada como una sola zona, se ubica en la ribera del río Chibunga y las coordenadas están descritas desde el inicio de la actividad hasta el fin, cercando aproximadamente 1,7 kilómetros pertenecientes a la parroquia de Licán. Algunos de estos terrenos también sirven como zona de pastoreo, por lo que en ocasiones los animales beben directamente del río el agua.					
Alcantarillado										
Recolección de residuos										
Energía eléctrica										
Permisos ambientales	SI	N/A	NO	N/A						
Registro fotográfico										
										

ANEXO C: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-03

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-03)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		07/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas			Parroquia		Lizarzaburu	
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector		El Batán		
3	X		757917,6	9815348,9	Altura (m)		2810	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
L&M Seguridad Privada Cía. Ltda.		Recreativa		Sr. Luis Arévalo	Diego de Rodríguez Mz. 15			6 años	
Servicios de saneamiento			Observaciones generales						
Agua potable		X		Este es un complejo deportivo perteneciente a la compañía de seguridad privada L&M, el encargado del sitio negó el ingreso para la toma de fotografías. La poca información que supieron brindar es que cuentan con todos los servicios básicos y sus procesos cuentan con las certificaciones de normativas como la ISO 9001.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	NO	X						
Registro fotográfico									
N/A									

ANEXO D: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-04

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-04)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		03/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia	Lizarzaburu			
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector	El Batán			
4	X		758135	9815597	Altura (m)	2802	Zona	17S	
Nombre de la actividad		Tipo de actividad	Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad		
Parque Ricpamba		Recreativa	Ing. Pablo Lara	Calle S/N antes de la Urb. Ricpamba			8 años		
Servicios de saneamiento			Observaciones generales						
Agua potable		X	Zona de recreación a cargo del municipio de Riobamba en donde los trabajadores aseguran no se desecha ningún residuos sólido o líquido directamente al río, sin embargo, comentan que en la época lluviosa se puede evidenciar el arrastre de cadáveres de animales, fundas de basura, llantas y residuos de construcción en el cauce del río. Dos meses antes de la recolección de esta información la subida del río destruyó un muros de contención de uno de los jardines del parque (evidencia fotográfica adjunta).						
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	X							
Registro fotográfico									
									

ANEXO E: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-05

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-05)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		03/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia	Lizarzaburu			
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector	El Batán			
5	X		758269,8	9815530,6	Altura (m)	2783	Zona	17S	
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Urbanización "Ricapamba"		Residencial		N/A	Calle S/N			2 años	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		Al acercarnos a tratar de obtener información, el señor guardia de seguridad que se ubica en la caseta a la entrada de la urbanización (unos 20 metros después de cruzar el puente sobre el río), nos indicó que este complejo es propiedad privada, no se nos permitió el ingreso ni se nos brindó información sobre la directiva del lugar. No se nos permitió tomar fotografías, solo nos supo decir que contaban con todos los servicios básicos descritos en esta ficha. La entrada a este sitio es el único acceso a la zona derecha del río hasta aproximadamente 800 metros río abajo.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	NO	X						
Registro fotográfico									
									

ANEXO F: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-06

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-06)										
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba				Fecha (dd-mm-aa)		02/07/2022	
Cantón			Riobamba				Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas				Parroquia	Lizarzaburu		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Barrio/Sector	Ciudadela "Los Carpinteros"		
6	X		758673,3	9815548,5	759193,4	9815262	Altura	2768	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad	Encargado		Dirección			Tiempo de existencia de la actividad		
Zona agrícola 2		Agrícola	N/A		Alfonso Burbano S/N			16 años		
Servicios de saneamiento				Observaciones generales						
Agua potable		Agua de riego	X							
Alcantarillado		Las coordenadas están descritas desde el inicio de la actividad hasta el fin, cercando aproximadamente 642 metros. El Sr. Quiroz uno de los dueños, nos da el testimonio de que durante los 5 años que se hace cargo de los terrenos y los invernaderos adjuntos, han sido testigos de cómo la contaminación del río ha incrementado y los malos olores llegan incluso a su casa que se encuentra a pocos metros de los terrenos. También, comenta que las aguas de riego son desechas directamente al río sin ningún tratamiento previo, a pesar de esto él no cree que las actividades de agricultura o ganadería contribuyan a la contaminación. Es evidente la falta de conocimiento y capacitación en aspectos ambientales en la población que se dedica a la agricultura.								
Recolección de residuos										
Energía eléctrica										
Permisos ambientales	SI									
Registro fotográfico										
										

ANEXO G: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-07

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-07)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		02/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas			Parroquia		Lizarzaburu	
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud		Barrio/Sector		Ciudadela "Los Carpinteros"	
7	X		759409,7	9815237		Altura (m)		2762	Zona 17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado		Dirección			Tiempo de existencia de la actividad
Red municipal de alcantarillado		Municipal		GADM Riobamba		Alfonso Burbano			8 años
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		NA		Esta actividad corresponde a dos desagües de alcantarillado municipal que se pueden ver claramente a las orillas del río, las aguas que salen de estos desagües son vertidas directamente al río sin ningún tratamiento. El primero (imágenes a la izquierda) proviene de la parte izquierda del cauce, es decir, su origen es el alcantarillado de la zona oeste de la ciudad. El segundo (imágenes de la derecha) proviene de los barrios San Vicente y El Batán. Uno de los vecinos comentó que hace aproximadamente 2 años el GADM propuso implementar tanques de tratamiento en la zona para estas aguas, pero se negaron ya que estos tanques iban a ser ubicados en el parque que se encuentra frente a una zona residencial.					
Alcantarillado		NA							
Recolección de residuos		NA							
Energía eléctrica		NA							
Permisos ambientales		SI	NO						
Registro fotográfico									
									

ANEXO H: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-08

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-08)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		02/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia		Lizarzaburu		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector		San Luis de Macají		
8	X		759524,8	9815254,5	Altura (m)		2771	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Centro Agrícola "Quinta Macají"		Ganadera		Ing. Isaben Barcala	Av. 9 de octubre y Alfonso Burbano			87 años	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		Recinto en donde se realizan ferias de agricultura y ganadería, el comité directivo dice que como complejo se responsabilizan de los desechos que se producen en sus eventos. Sin embargo, vecinos de la parte posterior de la quinta que limita directamente con el río, comentan que, en días de feria, se puede notar como por 4 desfogues se vierten aguas con heces de animales directamente al río.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales		SI	X						
Registro fotográfico									
									

ANEXO I: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-09

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-09)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		02/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia		Lizarzaburu		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector		Ciudadela “Los Carpinteros”		
9	X		759384,7	9815164,9	Altura (m)		2762	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Urbanización “Los Carpinteros”		Residencial		N/A	Alfonso Burbano y calle S/N			20 años	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		El Sr. Veloz es una de las pocas residentes de este sector que accedió de manera amable a responder nuestras preguntas, en el tiempo que reside aquí ha podido observar como la calidad del rio ha disminuido, un punto clave en su testimonio fue que ha sido testigo de cómo camiones o vehículos se acercan de otros sectores a tirar la basura en la zona del puente en la entrada de la ciudadela. También comenta que durante las épocas soleadas es realmente insoportable el olor que llega desde el río, especialmente desde el desagüe que se describe en la ficha FR-IA-07. La cuadra que entra en el área de influencia del estudio se compone de aproximadamente 30 casas.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales		SI	N/A						
Registro fotográfico									
									

ANEXO J: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-10

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-10)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		04/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia		Lizarzaburu		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector		Ciudadela "Los Carpinteros"		
10	X		759421,5	9815012,9	Altura (m)			Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Quinta Paila Los Santos		Turístico		Sr. Andrés Sánchez	Alfonso Burbano 39e			6 años	
Servicios de saneamiento			Observaciones generales						
Agua potable		X		Este es un establecimiento que se dedica a la planeación y desarrollo de eventos. El Sr. Samaniego se comportó muy reacio a dar información sobre la manera en la que manejan los residuos en el lugar. No obtuvimos mayor información.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	NO	X						
Registro fotográfico									
									

ANEXO K: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-11

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-11)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		04/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas			Parroquia		Lizarzaburu	
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud		Barrio/Sector		San Francisco del Batán	
11	X		759336	9815005		Altura (m)	2763	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado		Dirección		Tiempo de existencia de la actividad	
Complejo Deportivo Olmedo		Recreativa		Lcdo. Manuel Duche		San Andrés y Alfonso Burbano		26 años	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		El complejo sirve como zona de entrenamiento para los equipos de todas las categorías del Club Deportivo Olmedo, el encargado comenta que el sector no cuenta con un sistema de recolección de residuos, sin embargo, este si pasa a dos cuadras del lugar en la avenida principal del sector. Cuentan con los permisos de uso de suelo. Al ser un complejo cuyo límite da directamente al cauce del río, se dice que los olores que emite el río en días soleados llegan a ser realmente intolerables.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos									
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	X	NO						
Registro fotográfico									
									

ANEXO L: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-12

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-12)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		06/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia	Lizarzaburu			
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector	Ciudadela "9 de octubre"			
12	X		759896,1	9814710,5	Altura (m)	2765	Zona	17S	
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Talleres del Consejo Provincial		Mecánica/Automotriz		Ing. Gabriel Vallejo	Pallatanga y San Andrés, Riobamba			2010	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		Al acercarnos a pedir información, se nos redirigió al consejo provincial, una vez allí, se nos negó el acceso a detalles netamente ambientales, con el pretexto de que en años anteriores estudiantes se habían acercado a solicitar acceso y habían reflejado en los resultados de su investigación que el complejo no cumplía con la normativa ambiental. En una entrevista breve el Ing. Vallejo comentó que tienen estudios de impacto ambiental y que están al día con las regularizaciones ambientales vigentes, sin embargo, vecinos que fueron encuestados en la zona expresan su molestia ya que constantemente del lugar se desechan aguas grises.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	X	NO						
Registro fotográfico									
									

ANEXO M: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-13

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-13)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		06/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas			Parroquia		Lizarzaburu	
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud		Barrio/Sector		Ciudadela "9 de octubre"	
13	X		759907,6	9814553,5		Altura (m)		2756	Zona 17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado		Dirección			Tiempo de existencia de la actividad
Ciudadela "9 de octubre"		Residencial		N/A		Marginal y Penipe			50 años
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		Una fracción de aproximadamente 40 casas pertenecientes a esta ciudadela se encuentran a las riberas del río, la mayor parte de ellas cuentan con todos los servicios de saneamiento, sin embargo, existe la molestia general de los olores que emite el río, además de la falta de atención por parte de las autoridades en un control de lo que se desecha directamente. Hay evidencia de tala de árboles, desecho de basura, desecho de material de construcción e incluso desfogues de casas que van directamente al cauce del río.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales		SI	N/A						
Registro fotográfico									
									

ANEXO N: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-14

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-14)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		06/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia	Lizarzaburu			
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector	La Primavera			
14	X		759810	9814719	Altura (m)	2755	Zona	17S	
Nombre de la actividad		Tipo de actividad	Encargado		Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Hotel "La Primavera"		Alojamiento turístico	Lcda. Alexandra Barragán		Av. Los Shyris 3016			12 años	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		El establecimiento cuenta con todos los permisos de funcionamiento al día, sin embargo, no tienen ningún sistema de buenas prácticas ambientales. No hay tachos de diferenciación para los residuos sólidos. La gerente del lugar manifestó que han tenido inconvenientes durante muchos años por los olores que emite el río, especialmente en época seca.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	X	NO						
Registro fotográfico									
									

ANEXO O: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-15

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-15)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		02/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas			Parroquia	Veloz		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud		Barrio/Sector	Ciudadela “Los Shyris”		
15	X		760285	9813828		Altura (m)	2730	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Ciudadela “Los Shyris”		Residencial		N/A	Av. Atahualpa y Machala			20 años	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		Una fracción de la ciudadela se asienta en la zona de influencia de este estudio, esa fracción es de aproximadamente 460 metros río abajo en donde se ubican unas 30 casas aproximadamente. Aquí esencialmente se encuentran viviendas, no hay comercios relevantes para la finalidad de este estudio. Los vecinos de la zona aseguran que hace unos 15 años hubo un desbordamiento del río destruyendo las calles ya que se evidenció arrastre de árboles y rocas. En los últimos años, los malos olores afectan de manera significativa la salud de las personas que allí residen y se quejan de que en el lado derecho del río por la Quebrada Puctus bajan aguas servidas de barrios como El Pedregal.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	N/A	NO						
Registro fotográfico									
									

ANEXO P: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-16

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-16)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		06/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia		Veloz		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector		Parque Lineal Chibunga		
16	X		760691,1	9813615	Altura (m)		2718	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Barrio Jerusalén		Residencial		N/A	Sarajevo y Jerusalén			15 años	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		Esta zona residencial se ubica en la parte superior del lado izquierdo del río, específicamente frente al Pensionado “Olivo” que se ubica en la ribera contraria del cauce. Aproximadamente hay 15 casas a lo largo de 40 metros. Los vecinos de la zona relatan que antes había el ingreso de camiones que llegaban a desechar basura que por el viento o las lluvias terminaba en las aguas del Chibunga. Los olores del río son una molestia continua para los moradores de dichas casas. No cuenta con un sistema de alcantarillado fijo.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos									
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	N/A	NO						
Registro fotográfico									
									

ANEXO Q: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-17

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-17)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		06/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas			Parroquia	Veloz		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud		Barrio/Sector	Parque Lineal Chibunga		
17	X		760756,1	9813580,8		Altura (m)	2717	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad	Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad		
Unidad Educativa Pensionado Olivo		Educativa	Lcdo. Luis Huerta	Humberto Olivo y Monseñor Leonidas Proaño			15 años		
Servicios de saneamiento			Observaciones generales						
Agua potable		X	El Lcdo. Huerta, vicerrector del Pensionado Olivo, muy amablemente nos permitió la entrada a la institución y acceso a la información correspondiente al área de ambiente, seguridad y salud ocupacional. El establecimiento no cuenta con ningún manual o normativa de buenas prácticas ambientales, sin embargo, dentro de la escuela existen tachos de clasificación de residuos sólidos. De manera general los docentes comentan que, a pesar de no existir educación ambiental como una asignatura, ellos tratan de manera continua inculcar valores ambientales a los estudiantes. Aquí los olores siguen siendo una queja, pero manifiestan que cada 6 meses se realizan mingas para limpiar las riberas del río que corresponden al colegio.						
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	NO							
Registro fotográfico									
									

ANEXO R: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-18

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-18)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		06/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas			Parroquia		Veloz	
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud		Barrio/Sector		Parque Lineal Chibunga	
18	X		761414	9813158		Altura (m)		2707	Zona 17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado		Dirección			Tiempo de existencia de la actividad
Parque Ecológico Monseñor Leonidas Proaño		Recreativa		GADM Riobamba		Reino Unido y Av. 9 de octubre			25 años
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		El Parque Ecológico, fue creado como un atractivo turístico de la ciudad de Riobamba, pero desde su creación hasta la fecha actual se ha visto su degradación como punto turístico. La gran afluencia de gente en fines de semana contribuye a la generación de abundantes residuos sólidos que al no ser correctamente dispuestos terminan en las aguas del río.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos									
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	X	NO						
Registro fotográfico									
									

ANEXO S: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-19

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-19)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		06/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia		Veloz		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector		Parque Lineal Chibunga		
19	X		761289	9813217,6	Altura (m)		2713	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
CRIAR Riobamba		Municipal		Dr. Carlos Jara	Reino Unido y Av. 9 de octubre			8 años	
Servicios de saneamiento			Observaciones generales						
Agua potable		X		El Centro de Rescate Integral Animal de Riobamba, es un complejo cuya finalidad es el rescate de fauna urbana (perros y gatos). Al ser una entidad municipal cuentan con todas las regulaciones de la Dirección de Salud y Ambiente. Los trabajadores del centro testifican que hay veces en las que se puede observar vacas pastando en las riberas del río y estos animales toman el agua directamente del cauce. También, en los últimos años en las época lluviosa el río ha venido arrastrando residuos y cadáveres de animales, los olores en época soleada son insoportables.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales		SI	X						
Registro fotográfico									
									

ANEXO T: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-20

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-20)										
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba				Fecha (dd-mm-aa)		02/07/2022	
Cantón			Riobamba				Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas				Parroquia	San Luis		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Barrio/Sector	Vía Riobamba Macas		
20		X	761467,4	9811845,6	761418,1	9811316,7	Altura	2670	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado		Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Zona agrícola 3		Agrícola		N/A		Chimborazo y Vía Riobamba-Macas			10 años	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales						
Agua potable		Agua de riego	X		Las coordenadas están descritas desde el inicio de la actividad hasta el fin, cercando aproximadamente 550 metros. Esta zona agrícola ubicada en la parroquia San Luis se caracteriza porque de manera general se toma el agua de río para regar los terrenos ocasionando que la basura y los malos olores se asienten en los sembríos, no existe capacitación o control ambiental por parte de las autoridades por lo que los cultivos se ven afectados constantemente por plagas.					
Alcantarillado										
Recolección de residuos										
Energía eléctrica										
Permisos ambientales	SI	N/A	NO	N/A						
Registro fotográfico										
										

ANEXO U: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-21

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-21)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		06/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas			Parroquia		San Luis	
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud		Barrio/Sector		Vía Riobamba Macas	
21		X	761587	9811040		Altura (m)		2663	Zona 17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado		Dirección			Tiempo de existencia de la actividad
Lavadora y Lubricadora Mil Amores		Automotriz		Sr. Luis Morocho		9 de octubre e Independencia			4 años
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		El Sr. Morocho propietario de esta actividad comenta que durante los años que vive allí ha notado como los agricultores de la zona extraen el agua del Chibunga para el riego de sus plantaciones, dice que en días de riego que sean soleados, hay un olor bastante nauseabundo en la zona. Él cuenta con todas las regulaciones ambientales en su negocio, pero existe falta de capacitación en cuanto a la disposición de residuos peligrosos como aceites quemados. A la orilla del negocio se observa un tubo por que pasa el agua de consumo.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos									
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	X	NO						
Registro fotográfico									
									

ANEXO V: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-22

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-22)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		06/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia		San Luis		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector		Vía Riobamba Macas		
22		X	761551,8	9811019,8	Altura (m)		2670	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Complejo Turístico Lavanda		Turístico		Sr. Rómulo Heredia	Vía Riobamba Macas			8 años	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		El complejo cuenta con servicios de organización de eventos y restaurante. El Sr. Heredia testifica que hace años hubo un desbordamiento del río que destruyó muchos de los canales de riego de la zona. El lugar cuenta con permisos de funcionamiento, pero sigue siendo evidente la falta de capacitación en cuanto a regulaciones ambientales.					
Alcantarillado									
Recolección de residuos									
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	NO	X						
Registro fotográfico									
									

ANEXO W: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-23

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-23)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		07/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas		Parroquia		San Luis		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector		Barrio Abdón Calderón		
23		X	761879	9810892	Altura (m)		2656	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Barrio Abdón Calderón		Residencial		N/A	Calle F			60 años	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales					
Agua potable		X		Esta zona residencial está compuesta por aproximadamente 20 casas ubicadas en la zona izquierda del cauce del río, 190 metros de territorio aproximadamente. El sector cuenta con agua entubada y los residentes están insatisfechos con el servicios de recolección de basura, ya que, por falta de capacitación y comunicación por parte de las autoridades municipales la basura se dispone de manera incorrecta y muchas veces se desparrama por las calles del barrio.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	N/A	NO						
Registro fotográfico									
									

ANEXO X: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-24

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-24)									
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba			Fecha (dd-mm-aa)		07/07/2022	
Cantón			Riobamba			Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas			Parroquia		San Luis	
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Barrio/Sector		Barrio Abdón Calderón		
24		X	761995	9810728	Altura (m)		2655	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado	Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Lácteos Santillán		Industrial		Ing. Lidia Oleas	Panamericana e Independencia			31 años	
Servicios de saneamiento			Observaciones generales						
Agua potable		X		Lácteos Santillán es una empresa dedicada a la pasteurización y elaboración de lácteos y derivados, desde el 2013 adoptan el manual de Buenas Prácticas Ambientales comprometidos con la comunidad y el ambiente. Ellos cuentan con un sistema de desecho de residuos orgánicos, sin embargo, se puede evidenciar que por la parte posterior de la empresa que limita directamente con el río se filtran aguas resultantes del lavado de camiones y las actividades de limpieza de la fábrica. No cuentan con programas de reciclaje o reúso de empaques plásticos.					
Alcantarillado		X							
Recolección de residuos		X							
Energía eléctrica		X							
Permisos ambientales	SI	X	NO						
Registro fotográfico									
									

ANEXO Y: FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO FR-IA-25

FICHA DE REGISTRO PARA INVENTARIO DE ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS (FR-IA-25)										
Responsable de recolección de información			Steven Andrade & Madelin Villalba				Fecha (dd-mm-aa)		07/07/2022	
Cantón			Riobamba				Provincia		Chimborazo	
No. actividad	Zona		Coordenadas				Parroquia	San Luis		
	Urbana	Rural	Longitud	Latitud	Longitud	Latitud	Barrio/Sector	San Luis		
25		X	762236,1	9810512,8	761418,1	9811316,7	Altura	2670	Zona	17S
Nombre de la actividad		Tipo de actividad		Encargado		Dirección			Tiempo de existencia de la actividad	
Zona agrícola 4		Agrícola		N/A		N/A			10 años	
Servicios de saneamiento				Observaciones generales						
Agua potable		Agua de riego	X		Las coordenadas están descritas desde el inicio de la actividad hasta el fin de la actividad, cercando aproximadamente 1,7 kilómetros. Esta zona agrícola ubicada en la parroquia San Luis se caracteriza porque de manera general se toma el agua de río para regar los terrenos ocasionando que la basura y los malos olores se asienten en los sembríos, no existe capacitación o control ambiental por parte de las autoridades por lo que los cultivos se ven afectados constantemente por plagas. En el área marcada como zona agrícola 4 incluso se puede observar la presencia de mujeres lavando ropa y desechando el agua con detergentes directamente al río. En esta zona hay invernaderos y es la zona límite entre los cantones Riobamba y Chambo.					
Alcantarillado										
Recolección de residuos										
Energía eléctrica										
Permisos ambientales	SI	N/A	NO	N/A						
Registro fotográfico										
										

ANEXO Z: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 1 EN EL MONITOREO 1 Y 2

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-01)											
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	3118	
Código de la muestra		M1 – P1		M2 – P1		Coordenadas		Longitud		Latitud	
								748336		9817142	
Parroquia		San Juan			Zona		Urbana		Rural	X	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1		Fecha	
		2		27/07/2022				2	X	03/08/2022	
Hora	7:05 – 7:24 am	Condición climática		Lluvioso		Hora		11:03 – 11:22 am	Condición climática	Lluvioso	
				Soleado						Soleado	
				Nublado	X					Nublado	
Datos recogidos in situ											
pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		12,1	pH		8,34	Temperatura muestra (°C)		15,8	
Temperatura ambiente (°C)				10		Temperatura ambiente (°C)				15	
Registro fotográfico								Observaciones generales			
  								<p>1. Muestra tomada en una zona del río considerada relativamente virgen debido a la inexistencia de casas o zonas agrícolas alrededor. En la primera repetición del muestreo el río presentaba abundante caudal.</p> <p>2. La zona de muestreo presenta abundancia de carrizos. En las riberas se asientan potreros para los comuneros de la zona. En la segunda repetición del muestreo, el caudal se había reducido de manera drástica.</p>			

ANEXO AA: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 2 EN EL MONITOREO 1 Y 2

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-02)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	3022
Código de la muestra		M1 – P2		M2 – P2		Coordenadas		Longitud		Latitud
								750695		9817350
Parroquia		Calpi			Zona		Urbana		Rural	X
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1		Fecha
		2		27/07/2022				2	X	03/08/2022
Hora	7:45 – 8:01 am	Condición climática		Lluvioso		Hora		10:35 – 10:48 am	Condición climática	Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado	X					Nublado
Datos recogidos in situ										
pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		11,4		pH	8,31	Temperatura muestra (°C)		16,1
Temperatura ambiente (°C)				9		Temperatura ambiente (°C)				14
Registro fotográfico							Observaciones generales			
							<p>1. Muestra tomada unos kilómetros después de la UCEM, en esta zona la presencia de basura en las riberas era bastante notoria, además el agua presentaba olor desagradable y presencia de aceites o alguna sustancia grasosa.</p> <p>2. En la segunda repetición del muestreo ya no se percibió el olores desagradable, sin embargo, la presencia de basura en las riberas sigue siendo una constante, se notó arrastre de escombros.</p>			

ANEXO BB: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 3 EN EL MONITOREO 1 Y 2

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-03)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	2867
Código de la muestra		M1 – P3		M2 – P3		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		Licán			Zona		Urbana	Rural	X	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		27/07/2022				2	X	03/08/2022
Hora	8:15 – 8:33 am	Condición climática		Lluvioso		Hora	10:12 – 10:26 am	Condición climática		Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado	X					Nublado
Datos recogidos in situ										
pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		12,8		pH	8,39	Temperatura muestra (°C)		15,4
Temperatura ambiente (°C)				15		Temperatura ambiente (°C)				13
Registro fotográfico								Observaciones generales		
  								<p>1. Muestra tomada al finalizar la zona agrícola 1 ubicada en la parroquia Licán, esta zona se caracteriza por abundancia de invernaderos donde se cultiva pimiento y tomate.</p> <p>2. Esta zona en la segunda repetición del muestreo el aire se percibía con olor a fungicidas.</p>		

ANEXO CC: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 4 EN EL MONITOREO 1 Y 2

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-04)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	2767
Código de la muestra		M1 – P4		M2 – P4		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		Lizarzaburu			Zona		Urbana	X	Rural	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		27/07/2022				2	X	03/08/2022
Hora	8:50 – 9:08 am	Condición climática		Lluvioso		Hora	9:41 – 9:55 am	Condición climática	Lluvioso	
				Soleado					Soleado	X
				Nublado	X				Nublado	
Datos recogidos in situ										
pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		13,2		pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		15,8
Temperatura ambiente (°C)				15		Temperatura ambiente (°C)				13
Registro fotográfico							Observaciones generales			
							<p>1. Muestra tomada posterior al parque Ricpamba y urbanización Ricpamba. El punto de muestreo se encuentra detrás de los parqueaderos de retención de tránsito del municipio.</p> <p>2. La zona donde se muestrea en la segunda repetición, fue mucho más accesible para la toma directa de las muestras debido a la disminución del caudal.</p>			

ANEXO DD: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 5 EN EL MONITOREO 1 Y 2

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-05)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	2755
Código de la muestra		M1 – P5		M2 – P5		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		Lizarzaburu			Zona		Urbana	X	Rural	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		27/07/2022				2	X	03/08/2022
Hora	9:22 – 9:43 am	Condición climática		Lluvioso		Hora	9:05 – 9:28 am	Condición climática	Lluvioso	
				Soleado					Soleado	
				Nublado	X				Nublado	X
Datos recogidos in situ										
pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		14,1		pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		16,9
Temperatura ambiente (°C)				17		Temperatura ambiente (°C)				13
Registro fotográfico							Observaciones generales			
							<p>1. Muestra tomada teniendo en consideración el límite final de la zona agrícola 2 y detrás de los talleres mecánicos del consejo provincial. Al momento del muestreo los terrenos de la zona se encontraban en regadío.</p>			
							<p>2. En esta ocasión los terrenos de la zona se encontraban en etapa de fumigación por lo que se percibían olores fuertes. En la segunda repetición del muestreo en esta zona es evidente la quema de basura en las riberas, además del desecho de basura y escombros.</p>			

ANEXO EE: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 6 EN EL MONITOREO 1 Y 2

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-06)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	2728
Código de la muestra		M1 – P6		M2 – P6		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		Veloz			Zona		Urbana	X	Rural	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		27/07/2022				2	X	03/08/2022
Hora	9:50 – 10:12 am	Condición climática		Lluvioso	X	Hora		8:35 – 8:54 am	Condición climática	Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado						Nublado
Datos recogidos in situ										
pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		14,0		pH	8,48	Temperatura muestra (°C)		15,7
Temperatura ambiente (°C)				17		Temperatura ambiente (°C)				12
Registro fotográfico								Observaciones generales		
								<p>1. Muestra tomada a pocos metros del desfogue de la quebrada Puctus ubicada en la ciudadela Los Shyris. Al momento del muestreo se presentó una leve llovizna.</p>		
								<p>2. Al momento de muestrear, el caudal del río había disminuido y un olor fétido se percibía en las riberas del río, a pesar de esto, la gente suele realizar actividad física en el parque que se encuentra en la ribera.</p>		

ANEXO FF: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 7 EN EL MONITOREO 1 Y 2

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-07)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	2698
Código de la muestra		M1 – P7		M2 – P7		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		Veloz			Zona		Urbana	X	Rural	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		27/07/2022				2	X	03/08/2022
Hora	10:31 – 10:55 am	Condición climática		Lluvioso		Hora		8:02 – 8:26 am	Condición climática	Lluvioso
				Soleado					Soleado	
				Nublado	X				Nublado	X
Datos recogidos in situ										
pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		14,1		pH	8,54	Temperatura muestra (°C)		14,8
Temperatura ambiente (°C)				17		Temperatura ambiente (°C)				12
Registro fotográfico								Observaciones generales		
								<p>1.Muestra tomada posterior al parque ecológico tomando en consideración el límite final el parque lineal Chibunga. Se puede notar arrastre de desechos (ramas, basura).</p>		
								<p>2.En el segundo muestreo, de igual manera que en los anteriores puntos, fue mucho más accesible la entrada directa al río.</p>		

ANEXO GG: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 8 EN EL MONITOREO 1 Y 2

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-08)											
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	2668	
Código de la muestra		M1 – P8		M2 – P8		Coordenadas		Longitud		Latitud	
Parroquia		San Luis			Zona		Urbana	Rural	X		
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha		
		2		27/07/2022				2	X		
Hora	11:15 – 11:32 am	Condición climática		Lluvioso		Hora		7:31 – 7:48 am	Condición climática		
				Soleado					Lluvioso		
				Nublado	X				Soleado		
									Nublado	X	
Datos recogidos in situ											
pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		15,6	pH	8,50	Temperatura muestra (°C)		14,9		
Temperatura ambiente (°C)				18		Temperatura ambiente (°C)				11	
Registro fotográfico								Observaciones generales			
  								<p>1. Muestra tomada posterior a la zona agrícola 3, el agua tenía olor a fungicidas y excremento de animales.</p>			
								<p>2. Muestra tomada directamente del río. El arrastre de basura es evidente al igual que se puede percibir olores fétidos.</p>			

ANEXO HH: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 9 EN EL MONITOREO 1 Y 2

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-09)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	2644
Código de la muestra		M1 – P9		M2 – P9		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		San Luis			Zona		Urbana	Rural	X	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		27/07/2022				2	X	03/08/2022
Hora	11:42 – 11:59 am	Condición climática		Lluvioso		Hora		7:05 – 7:22 am	Condición climática	Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado	X					Nublado
Datos recogidos in situ										
pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		16,3		pH	8,47	Temperatura muestra (°C)		14,6
Temperatura ambiente (°C)				18		Temperatura ambiente (°C)				11
Registro fotográfico								Observaciones generales		
								<p>1. Muestra tomada posterior a la industria láctea Santillán y a la zona del río donde algunas mujeres se asientan a lavar ropa.</p>		
								<p>2. Muestra tomada directamente del río, en el momento del muestreo se encontraban mujeres lavando la ropa unos metros río arriba. También se pudo observar perforaciones en el terreno que podrían ser para alcantarillado.</p>		

ANEXO II: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 10 EN EL MONITOREO 1 Y 2

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-10)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	2603
Código de la muestra		M1 – P10		M2 – P10		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		San Luis			Zona		Urbana		Rural	X
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1		Fecha
		2		27/07/2022				2	X	03/08/2022
Hora	12:14 – 12:35 am	Condición climática		Lluvioso		Hora	6:32 – 6:48 am	Condición climática		Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado	X					Nublado
Datos recogidos in situ										
pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		15,2	pH	8,69	Temperatura muestra (°C)		14,8	
Temperatura ambiente (°C)				10,0		Temperatura ambiente (°C)				11,0
Registro fotográfico							Observaciones generales			
							<p>1. Muestra tomada al final del río Chibunga, antes de su intersección con el río Chambo. Aquí también intervienen la zona agrícola 4 y el área que se ocupa por algunos pobladores para lavar ropa.</p>			
							<p>2. En la zona del muestreo se evidencia abundancia de basura y un olor desagradable debido a la materia orgánica en descomposición que se encuentra en la ribera.</p>			

ANEXO JJ: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 1 EN EL MONITOREO 3 Y 4

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-11)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	3118
Código de la muestra		M3 – P1		M4 – P1		Coordenadas		Longitud		Latitud
								748336		9817142
Parroquia		San Juan			Zona		Urbana		Rural	X
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1		Fecha
		2		09/11/2022				2	X	16/11/2022
Hora	11:55 – 12:16 am	Condición climática		Lluvioso		Hora	12:15 – 12:34 am	Condición climática	Lluvioso	
				Soleado					Soleado	
				Nublado	X				Nublado	X
Datos recogidos in situ										
pH	8,08	Temperatura muestra (°C)		17,5		pH	8,94	Temperatura muestra (°C)		17,8
Temperatura ambiente (°C)				18		Temperatura ambiente (°C)				19
Registro fotográfico								Observaciones generales		
								<p>3. Se visualizó presencia de baldes y botellas acarreadas, habiendo más basura en comparación a la primera vez.</p>		
								<p>4. La vegetación predominante se mantiene, sin embargo, los potreros habían sido podados, por otro lado, el asentamiento de ganado está cada vez más cercano al río.</p>		

ANEXO KK: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 2 EN EL MONITOREO 3 Y 4

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-12)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	3118
Código de la muestra		M3 – P2		M4 – P2		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		San Juan			Zona		Urbana	Rural	X	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		09/11/2022				2	X	
Hora	11:31 – 11:45 am	Condición climática		Lluvioso		Hora	11:42 – 11:58 am	Condición climática		Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado	X					Nublado
Datos recogidos in situ										
pH	8,51	Temperatura muestra (°C)		17,1		pH	8,69	Temperatura muestra (°C)		17,3
Temperatura ambiente (°C)				17		Temperatura ambiente (°C)				19
Registro fotográfico								Observaciones generales		
								<p>3. Se mantuvo la reducción del caudal, se observa pajonales y basura dispuestos a las riberas del río.</p>		
								<p>4. Se evidenció una disminución del caudal, facilitando el acceso a la toma de la muestra, ya no se observaron aceites en el agua.</p>		

ANEXO LL: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 3 EN EL MONITOREO 3 Y 4

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-13)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	3118
Código de la muestra		M3 – P3		M4 – P3		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		San Juan			Zona		Urbana	Rural	X	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		09/11/2022				2	X	
Hora	10:52 – 11:08 am	Condición climática		Lluvioso		Hora	11:05 – 11:19 am	Condición climática		Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado	X					Nublado
Datos recogidos in situ										
pH	8,62	Temperatura muestra (°C)		18,3		pH	8,60	Temperatura muestra (°C)		18,9
Temperatura ambiente (°C)				16		Temperatura ambiente (°C)				18
Registro fotográfico								Observaciones generales		
  								<p>3. Probablemente hubo cosecha en alguno de los invernaderos adyacentes, teniendo como resultado mayor cantidad de basura en sus riberas.</p>		
								<p>4. La zona está rodeada de invernaderos habiendo gran presencia de empaques de fertilizantes y pesticidas acarreados por el río.</p>		

ANEXO MM: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 4 EN EL MONITOREO 3 Y 4

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-14)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	3118
Código de la muestra		M3 – P4		M4 – P4		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		San Juan			Zona		Urbana	Rural	X	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		09/11/2022				2	X	
Hora	10:12 – 10:25 am	Condición climática		Lluvioso		Hora	10:20 – 10:36 am	Condición climática		Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado	X					Nublado
Datos recogidos in situ										
pH	8,55	Temperatura muestra (°C)		18,1		pH	8,45	Temperatura muestra (°C)		18,2
Temperatura ambiente (°C)				15		Temperatura ambiente (°C)				17
Registro fotográfico								Observaciones generales		
								<p>3. El parqueadero de retención vehicular ha aumentado su terreno, eliminando la vegetación de la zona que pertenecía a las riberas del río.</p>		
								<p>4. En la zona agrícola se ve el constante mantenimiento de los terrenos con maquinaria, al igual del aumento de nuevos invernaderos.</p>		

ANEXO NN: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 5 EN EL MONITOREO 3 Y 4

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-15)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	3118
Código de la muestra		M3 – P5		M4 – P5		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		San Juan			Zona		Urbana	Rural	X	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		09/11/2022				2	X	
Hora	9:40 – 9:58 am	Condición climática		Lluvioso		Hora		9:43 – 9:59 am	Condición climática	Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado	X					Nublado
Datos recogidos in situ										
pH	8,44	Temperatura muestra (°C)		17,6		pH	8,30	Temperatura muestra (°C)		17,4
Temperatura ambiente (°C)				14		Temperatura ambiente (°C)				17
Registro fotográfico								Observaciones generales		
								<p>3. En la zona se ve una gran acumulación de espumas con un olor desagradable, lo que indica que existe un gran aporte de químicos y detergentes por parte de las actividades aledañas.</p>		
								<p>4. Hubo reducción de las espumas, pero se mantienen persistentes al igual el mal olor, además hubo incremento de basura.</p>		

ANEXO OO: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 6 EN EL MONITOREO 3 Y 4

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-16)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	3118
Código de la muestra		M3 – P6		M4 – P6		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		San Juan			Zona		Urbana	Rural	X	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		09/11/2022				2	X	
Hora	9:08 – 9:26 am	Condición climática		Lluvioso		Hora		9:28 – 9:45 am	Condición climática	
				Soleado					Lluvioso	
				Nublado	X				Soleado	
									Nublado	X
Datos recogidos in situ										
pH		8,40		Temperatura muestra (°C)		18,6		pH		8,35
				Temperatura muestra (°C)		18,2				
Temperatura ambiente (°C)				14		Temperatura ambiente (°C)				16
Registro fotográfico								Observaciones generales		
								<p>3. Se observó la construcción de nuevos invernaderos a las riberas, provocando eliminación de la vegetación de la zona. Además, se observó gran cantidad de materia coloide flotante.</p>		
								<p>4. Avanza la construcción de una vivienda aledaña al punto de muestreo por lo que se evidencia desalojo de desechos al caudal del río. En esta ocasión el agua del río a simple vista se veía menos turbia.</p>		

ANEXO PP: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 7 EN EL MONITOREO 3 Y 4

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-17)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	3118
Código de la muestra		M3 – P7		M4 – P7		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		San Juan			Zona		Urbana	Rural	X	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		09/11/2022				2	X	
Hora	8:35 – 8:56 am	Condición climática		Lluvioso		Hora		8:55 – 9:17 am	Condición climática	Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado	X					Nublado
Datos recogidos in situ										
pH		8,45		Temperatura muestra (°C)		18,4		pH		8,53
				Temperatura muestra (°C)		18,6				
Temperatura ambiente (°C)				14		Temperatura ambiente (°C)				15
Registro fotográfico								Observaciones generales		
								<p>3. Se observó la construcción de una casa y además de un cercamiento de las riberas del río, se percibe un olor desagradable que podría provenir de materia orgánica en descomposición. En este punto también se hizo evidente la presencia de coloides flotando.</p>		
								<p>4. Se evidenció el aumento de arrastre de basura. Hubo proximidad de ganado a las riberas del río. En esta zona es común ver canes merodeando las riberas.</p>		

ANEXO QQ: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 8 EN EL MONITOREO 3 Y 4

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-18)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	3118
Código de la muestra		M3 – P8		M4 – P8		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		San Juan			Zona		Urbana	Rural	X	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		09/11/2022				2	X	
Hora	8:00 – 8:14 am	Condición climática		Lluvioso		Hora		8:26 – 8:37 am	Condición climática	Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado	X					Nublado
Datos recogidos in situ										
pH	8,53	Temperatura muestra (°C)		17,1	pH	8,01	Temperatura muestra (°C)		18,5	
Temperatura ambiente (°C)				13		Temperatura ambiente (°C)				14
Registro fotográfico								Observaciones generales		
								<p>3. Se ve gran cantidad de hierbas de venta (culantro, perejil, entre otras) lo cual indica que utilizan el agua del río para el lavado de estos productos antes de su salida a la venta. El agua del río a simple vista se encontraba turbia y con materia flotante.</p>		
								<p>4. Persiste el desecho de basura y hierbas en las riberas de este punto de muestreo en específico. El caudal había aumentado en relación al muestreo de la semana pasada.</p>		

ANEXO RR: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 9 EN EL MONITOREO 3 Y 4

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-19)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	3118
Código de la muestra		M3 – P9		M4 – P9		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		San Juan			Zona		Urbana	Rural	X	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		09/11/2022				2	X	
Hora	7:35 – 7:51 am	Condición climática		Lluvioso		Hora		7:58 – 8:15 am	Condición climática	Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado	X					Nublado
Datos recogidos in situ										
pH	8,31	Temperatura muestra (°C)		17,1		pH	8,15	Temperatura muestra (°C)		18,3
Temperatura ambiente (°C)				13		Temperatura ambiente (°C)				14
Registro fotográfico								Observaciones generales		
								<p>3. La presencia de personas lavando ropa y duchándose se mantiene persistente en esta zona, así también se observó maquinaria pesada y material de construcción para una red de alcantarillado.</p>		
								<p>4. La construcción de un sistema de alcantarillado se ve próximo a terminar, sin embargo, esta salida de agua va directamente al río, descargando las aguas residuales de la población de San Luis.</p>		

ANEXO SS: FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DEL PUNTO 10 EN EL MONITOREO 3 Y 4

FICHA DE REGISTRO PARA EL MUESTREO DE AGUA (FR-MA-20)										
Responsable del muestreo		Steven Andrade y Madelin Villalba			Estación de muestreo		1	2	Altitud (m)	3118
Código de la muestra		M3 – P10		M4 – P10		Coordenadas		Longitud		Latitud
Parroquia		San Juan			Zona		Urbana	Rural	X	
Repetición del muestreo		1	X	Fecha		Repetición del muestreo		1	Fecha	
		2		09/11/2022				2	X	
Hora	7:12 – 7:25 am	Condición climática		Lluvioso		Hora		7:30 – 7:47 am	Condición climática	Lluvioso
				Soleado						Soleado
				Nublado	X					Nublado
Datos recogidos in situ										
pH	8,51	Temperatura muestra (°C)		17,5		pH	8,12	Temperatura muestra (°C)		18,4
Temperatura ambiente (°C)				12		Temperatura ambiente (°C)				13
Registro fotográfico								Observaciones generales		
								<p>3. Se percibió olores desagradables a descomposición y fertilizantes, se ve gran cantidad de materiales suspendidos en forma de fibras.</p>		
								<p>4. Se nota un incremento en el caudal, evidenciando el aumento de basura al igual de ganado arrastrado por la corriente.</p>		

ANEXO TT: FICHA DE REGISTRO PARA RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO - MUESTREO 1

FICHA DE REGISTRO PARA RESULTADOS DE LABORATORIO											
Laboratorio usado		Laboratorio de Calidad del Agua				Estación de muestreo			1ra.	2da.	
									X		
Fecha de análisis		27/07/2022				Repetición			1ra.	2da.	
									X		
No. Muestra	Unidad de análisis	M1-P1	M1-P2	M1-P3	M1-P4	M1-P5	M1-P6	M1-P7	M1-P8	M1-P9	M1-P10
Coliformes fecales	UFC/100 mL	4400	17600	29300	39600	392700	48100	618500	535000	60900	520000
pH	-	8,45	8,61	8,67	8,29	8,38	8,42	8,41	8,34	8,34	8,31
DBO₅	mgO ₂ /L	2,15	2,6	2,1	8,37	11,61	12,42	17,01	19,44	19,98	17,82
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	2,7	2,5	1,6	6,6	6,7	6,5	7	7	8,7	8
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	0,53	0,43	0,49	0,61	0,79	0,8	0,86	1,07	1,22	1,15
Variación de temperatura	°C	-1,2	-2,3	-2,6	-2,1	-3,6	-3,1	-3,2	-2,8	-2,4	-3,1
Turbidez	NTU	36,3	33,2	49,9	36,4	41,5	43,6	38,3	39,1	41,1	41,4
SDT	STD mg/L	194,2	199,4	208,1	190,9	195,4	202	206,2	223,8	228,8	236,3
OD	%O ₂	99,44	98,09	90,31	93,15	88,4	76,77	71,91	77,15	72,08	67,52

ANEXO UU: FICHA DE REGISTRO PARA RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO - MUESTREO 2

FICHA DE REGISTRO PARA RESULTADOS DE LABORATORIO											
Laboratorio usado		Laboratorio de Calidad del Agua			Estación de muestreo				1ra.	2da.	
									X		
Fecha de análisis		03/08/2022			Repetición				1ra.	2da.	
										X	
No. Muestra Análisis	Unidad de análisis	M2-P1	M2-P2	M2-P3	M2-P4	M2-P5	M2-P6	M2-P7	M2-P8	M2-P9	M2-P10
Coliformes fecales	UFC/100 mL	7400	18400	25800	44100	39500	49900	613500	587000	157000	680000
pH	-	8,34	8,31	8,39	8,45	8,45	8,48	8,54	8,5	8,47	8,69
DBO ₅	mgO ₂ /L	2,16	4,32	3,24	7,83	10,26	7,02	7,29	8,1	7,56	8,37
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	4,7	4,2	5,1	3,2	4,5	4,3	9,1	7,1	8,5	8,7
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	0,74	0,52	1,18	2,49	1,74	2,25	5,96	4,92	4,48	3,52
Temperatura	°C	-0,8	-2,1	-2,4	-2,8	-3,9	-3,7	-2,8	-3,9	-3,6	-3,8
Turbidez	NTU	8,43	7,78	9,24	11,1	13,1	12,1	10,3	11,65	6,19	8,76
SDT	STD mg/L	222,75	240,7	258,15	259,7	274,5	276,74	272,45	283,55	295,35	297,85
OD	%O ₂	90,35	87,31	86,4	79,18	73,58	62,94	62,56	61,57	60,57	61,56

ANEXO VV: FICHA DE REGISTRO PARA RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO - MUESTREO 3

FICHA DE REGISTRO PARA RESULTADOS DE LABORATORIO											
Laboratorio usado		Laboratorio de Calidad del Agua			Estación de muestreo				1ra.	2da.	
										X	
Fecha de análisis		09/11/2022			Repetición				1ra.	2da.	
									X		
No. Muestra Análisis	Unidad de análisis	M3-P1	M3-P2	M3-P3	M3-P4	M3-P5	M3-P6	M3-P7	M3-P8	M3-P9	M3-10
Coliformes fecales	UFC/100 mL	89000	72000	77000	280000	2100000	3100000	1200000	1700000	1690000	2300000
pH	-	8,08	8,51	8,62	8,55	8,44	8,4	8,45	8,53	8,31	8,51
DBO ₅	mgO ₂ /L	4,86	5,4	1,35	15,93	14,85	16,2	15,66	16,47	14,31	18,9
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	1,6	2,5	2,7	7,2	11,9	10,6	5,5	5,1	4,9	4,8
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	0,51	0,61	0,59	1,95	4,65	4,35	1,85	2,12	1,69	1,94
Temperatura	°C	0,5	-0,1	-2,3	-3,1	-3,6	-4,6	-4,4	-4,1	-4,2	-5,5
Turbidez	NTU	3,05	6	10,7	21,1	34,8	25,3	11,05	9,35	8,1	8,8
SDT	STD mg/L	307,4	337,3	352,7	394,9	438,3	434,9	398,4	419,4	429,4	419,2
OD	%O ₂	92,23	77,72	80,42	50,8	29,62	26,99	53,97	43,52	55,96	54,92

ANEXO WW: FICHA DE REGISTRO PARA RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO - MUESTREO 4

FICHA DE REGISTRO PARA RESULTADOS DE LABORATORIO											
Laboratorio usado		Laboratorio de Calidad del Agua				Estación de muestreo				1ra.	2da.
Fecha de análisis		16/11/2022				Repetición				1ra.	2da.
No. Muestra Análisis	Unidad de análisis	M4-P1	M4-P2	M4-P3	M4-P4	M4-P5	M4-P6	M4-P7	M4-P8	M4-P9	M4-P10
Coliformes fecales	UFC/100 mL	67000	199000	250000	11400000	15600000	12000000	1E+07	2,3E+07	9500000	8300000
pH	-	8,94	8,69	8,6	8,45	8,3	8,35	8,53	8,01	8,16	8,12
DBO ₅	mgO ₂ /L	1,35	1,08	1,62	9,72	16,2	16,47	12,69	8,91	9,99	5,67
Nitratos	NO ₃ ⁻ mg/L	2,4	2,2	4,7	5,3	7,4	7,1	5	4,3	4	6,2
Fosfatos	PO ₄ ³⁻ mg/L	2,34	0,68	0,86	2,31	3,05	7	1,82	1,75	1,98	5,75
Temperatura	°C	1,2	1,7	-0,9	-1,2	-0,4	-2,2	-3,6	-4,5	-4,3	-5,4
Turbidez	NTU	12,93	12,28	36,2	24,05	26,25	26,6	22,1	20,6	14,15	19,05
SDT	STD mg/L	267,95	298,25	321,6	340,25	360,65	364,35	345,15	342,85	339,75	331,35
OD	%O ₂	85,71	86,01	76,67	53,97	67,34	64,55	66,66	55,03	62,43	79,36



esPOCH

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 01 / 02 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Steven Daniel Andrade Baculima Madelin Saray Villalba Venegas
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería en Biotecnología Ambiental
Título a optar: Ingeniero en Biotecnología Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0258-DBRA-UPT-2023