



CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo.....

autor/a de la tesis titulada:

CONTAMINACIÓN HÍDRICA POR DESCARGA DE EFLUENTES EN LAS AGUAS DEL ARROYO “LA PIRAGUA” DEL CANTÓN QUEVEDO, ECUADOR

mediante el presente documento, declaro que la obra mencionada es de mi exclusiva autoría y producción. Esta tesis ha sido elaborada como uno de los requisitos previos para la obtención del título de: “**Magíster en Seguridad Industrial y Medio Ambiente**” en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Central Sucre.

Cesión de Derechos:

1. **Derechos Cedidos:** A partir de la fecha de la defensa de grado, cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Central Sucre, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación de la obra. La Universidad está autorizada a utilizar esta obra por cualquier medio, actualmente conocido o que se desarrolle en el futuro, siempre y cuando dicha utilización no se realice con fines de lucro. Esta cesión incluye la reproducción total o parcial en formatos virtual, electrónico, digital, u óptico, así como su uso en red local e Internet.
2. **Responsabilidades del Autor:** Declaro que, en caso de presentarse cualquier reclamación o demanda por parte de terceros respecto de los derechos de autor de la obra mencionada, asumiré toda la responsabilidad legal frente a dichos terceros y frente a la Universidad, incluyendo, sin limitación, la defensa de tales reclamaciones y el mantenimiento de la Universidad indemne frente a las mismas.
3. **Entrega de Ejemplares:** En esta fecha, entrego a la biblioteca de la Universidad un ejemplar de la obra y sus anexos, en formatos impreso y digital o electrónico.

Fecha.

Firma:



**UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR
SEDE CENTRAL
Sucre – Bolivia**

MAESTRÍA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE

**CONTAMINACIÓN HÍDRICA POR DESCARGA DE EFLUENTES EN
LAS AGUAS DEL ARROYO “LA PIRAGUA” DEL CANTÓN
QUEVEDO, ECUADOR**

Tesis presentada para optar al Grado
Académico de Magíster en Seguridad
Industrial y Medio Ambiente

MAESTRANTE: BYRON ANDRES BURGOS CARPIO

Sucre – Bolivia

2024



UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR
SEDE CENTRAL
Sucre – Bolivia

MAESTRÍA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE

**CONTAMINACIÓN HÍDRICA POR DESCARGA DE EFLUENTES EN
LAS AGUAS DEL ARROYO “LA PIRAGUA” DEL CANTÓN
QUEVEDO, ECUADOR**

Tesis presentada para optar al Grado
Académico de Magíster en Seguridad
Industrial y Medio Ambiente

MAESTRANTE: BYRON ANDRES BURGOS CARPIO

TUTOR: CARLOS ALBERTO NIETO CAÑARTE

Sucre – Bolivia

2024

DEDICATORIA

Muchas son las premisas a expresar, en este apartado, pero deseo principalmente que esta dedicatoria tenga una especial mención a mi persona como maestrante y autor de esta investigación, proceso al cual he dedicado tiempo y recursos económicos, lo que significó esfuerzo y trabajo duro, donde cada amanecida de mis actividades laborales, me permitieron solventar las cuotas del programa de maestría, más que una inversión lo visioné como oportunidad de crecimiento personal y profesional. Pero, además, hago una mención especial a mi señora madre quien siempre ha estado presente, dándome cariño, apoyo moral y compañía desde mi nacimiento. A mi sr. padre quien a pesar de la distancia que nos separa siempre tuvo la disposición de brindarme su apoyo moral y económico para mi educación. A mi tutor de tesis a quien conozco desde mi época de grado universitario y se convirtió en un amigo, el cual ha sido un colega que aportó a mi crecimiento como ponente y escritor de varios trabajos académicos científicos. A la Universidad Andina Simón Bolívar y a sus directivos y en especial a la coordinadora y directora General de Educación a Distancia DIGEDIS M.Sc. Silvana Huici Pinto, quien siempre estuvo presta a ofrecer información referente al programa de maestría. Así también a los profesionales de las distintas nacionalidades, docentes de los módulos estudiados y piezas claves en mi formación como profesional en cuarto nivel de seguridad industrial y medio ambiente.

Lcdo. Byron Burgos

AGRADECIMIENTO

A mi mamá y a mi papá, quiero expresarles mi más profundo agradecimiento por su constante apoyo, amor incondicional y sacrificios que hicieron posible mi educación y la culminación de esta tesis. Su apoyo moral ha sido fundamental en cada paso de este camino académico. A la Universidad Andina Simón Bolívar y a sus distinguidos docentes, les agradezco por brindarme la oportunidad de formarme académicamente en un entorno de excelencia y por inspirarme a alcanzar mis metas intelectuales. Cada clase, cada lección y cada conversación ha contribuido en gran medida a mi crecimiento personal y profesional. A mi tutor de tesis, quiero expresarle mi más sincero agradecimiento por su guía experta, paciencia y dedicación durante este proceso. Sus consejos, comentarios y orientación fueron fundamentales para la realización de este trabajo académico.

A todos ustedes, les estoy profundamente agradecido por ser parte de este importante logro en mi vida. Su apoyo incondicional y su confianza en mí han sido un motor de inspiración y motivación para alcanzar mis sueños. Sin su ayuda, esta tesis no hubiera sido posible.

Con gratitud y cariño,

Lcdo. Byron Burgos

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, ACRÓNIMOS Y SÍMBOLOS.....	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Situación Problemática.....	1
1.2 Formulación del Problema.....	2
1.3 Sistematización del Problema	3
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos	3
1.5 Justificación	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes del Problema	6
2.1.1 Internacionales	6
2.1.2 Nacionales y locales.....	6
2.2 Bases Teóricas.....	7
2.2.1 Contaminación Hídrica	7
2.2.2 Fuentes contaminantes del hídrica.....	8
2.2.2.1 Fuentes urbanas	9
2.2.2.2 Fuentes industriales.....	9
2.2.2.3 Fuentes agropecuarias	10
2.2.2.4 Fuentes naturales	10
2.2.3 Gestión de recursos Hídricos	10
2.2.3.1 Gestión a nivel Nacional	10
2.2.3.2 Gestión a nivel local.....	11
2.2.4 Calidad del Agua	12

2.2.4.1	Estándares y criterios para medir la calidad del agua	13
2.2.4.2	Indicadores de calidad del agua	15
2.2.5	Participación comunitaria en la gestión de los recursos hídricos	16
2.2.5.1	Estrategias para promover la participación ciudadana en la protección del recurso agua	18
2.2.6	Estrategias de mitigación de la contaminación de recursos hídricos	19
2.2.7	Impactos en la salud por consumo de agua contaminada	20
2.2.7.1	Efectos de la contaminación hídrica en la salud humana	21
2.3	Marcos Conceptuales o Glosarios.....	21
2.3.1	Aguas abajo.....	21
2.3.2	Aguas Arriba.....	22
2.3.3	Antropogénico	22
2.3.4	Análisis de Componentes Principales (ACP)	22
2.3.5	Análisis de Varianza (ANOVA).....	22
2.4	Efluentes.....	23
2.4.1	Eutrofización	23
2.4.2	Escorrentía	23
2.4.3	Sedimentación	24
2.4.4	Prueba de Kruskal-Wallis	24
2.4.5	Pruebas de rangos múltiples de Bonferroni	24
2.4.6	Rangos Múltiples	24
2.4.7	Statgraphics Centurion 19.....	25
CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES		26
3.1	Hipótesis General	26
3.2	Hipótesis Específicas	26
3.3	Identificación de Variables.....	26
3.4	Operacionalización de Variables	27
3.5	Matriz de Consistencia.	31

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA	35
4.1 Ubicación y detalles de la zona de estudio	35
4.2 Tipo y Diseño de Investigación.....	36
4.3 Unidad de Análisis.....	37
4.3.1 Procedimiento para la determinación de la percepción ciudadana sobre las características socioambientales del recinto Montoya.....	37
4.3.1.1 Encuesta	37
4.3.1.2 Entrevistas	39
4.3.2 Procedimientos para la realización de análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos tanto aguas abajo como aguas arriba, así como el régimen de flujo del arroyo en estudio	40
4.3.2.1 Procedimiento análisis físico químicos y biológicos	41
4.3.2.2 Metodología para el análisis del régimen de flujo aguas arriba y aguas abajo ..	44
4.3.3 Procedimiento para el diseño de estrategias destinadas a la comunidad local y a los actores involucrados en el área de estudio.	44
4.4 Población de Estudio.....	45
4.5 Tamaño de Muestra	45
4.6 Selección de Muestra	45
4.7 Técnicas de Recolección de Datos	46
4.7.1 Encuestas estructuradas	46
4.7.2 Muestreo de agua.....	46
4.7.3 Revisión documental	46
4.8 Diseño estadístico: análisis e interpretación de la información	46
4.8.1 Justificación y explicación métodos estadísticos empleados	47
4.9 Recursos	48
CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
5.1 Percepción ciudadana sobre las características socioambientales del recinto Montoya, situado en las proximidades del Arroyo La Piragua	50
5.1.1 Bloque 1: Información General.....	50

5.1.2	Bloque 2: Estado del Arroyo La Piragua	50
5.1.3	Bloque 3: Efectos del Aprovechamiento del Agua del Arroyo La Piragua.....	53
5.1.4	Bloque 4: Atención y cuidados del recurso hídrico.....	56
5.1.5	Entrevistas	58
5.1.6	Discusión de resultados de este apartado	67
5.2	Análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del Arroyo La Piragua del cantón Quevedo.....	69
5.2.1	Características hidrológicas y socioambientales del arroyo La Piragua en la parroquia San Carlos, Cantón Quevedo	69
5.2.2	Aguas Arriba.....	70
5.2.2.1	Análisis de Componentes Principales (ACP).....	71
5.2.2.2	Análisis Factorial (AF).....	73
5.2.2.3	Análisis de Comunalidades y Variación Específica	75
5.2.2.4	Análisis de Conglomerados (AC).....	76
5.2.2.5	Régimen de flujo aguas arriba	76
5.2.3	Aguas Abajo	77
5.2.3.1	Análisis de Componentes Principales (ACP).....	77
5.2.3.2	Análisis Factorial (AF).....	80
5.2.3.3	Comunalidades y variación específica (aguas abajo).....	82
5.2.3.4	Análisis de Conglomerados (AC).....	82
5.2.3.5	Regimen de flujo aguas abajo	83
5.2.4	Promedios de variables fisicoquímicas en aguas abajo y aguas arriba.	85
5.2.4.1	Análisis de la Varianza de los Parámetros Fisicoquímicos.....	85
5.2.4.2	Pruebas de rangos múltiples	85
5.2.4.3	Prueba de Kruskal-Wallis.....	86
5.2.5	Comparativa de los datos con normas nacionales e internacionales.....	87
5.2.6	Discusión de resultados del análisis físico, químico y biológico.....	89
5.3	Estrategias destinadas a la comunidad local y a los actores involucrados en la gestión del cuerpo de agua.....	91

5.3.1	Evaluación de la contaminación hídrica del arroyo la piragua y sus efluentes: impacto en la salud de la comunidad del recinto Montoya	91
5.3.2	Estrategias Basadas en Casos de Estudio	95
5.3.2.1	Efluente #1: Fertilizantes Agrícolas	95
5.3.2.2	Efluente #2: Aguas Residuales Domésticas	96
5.3.2.3	Efluente #3: Desechos Animales	97
5.3.2.4	Efluente #4 Sedimentos y Materia en Suspensión	98
5.3.3	Discusión del resultado relacionado a las estrategias propuestas	98
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		100
6.1	Conclusiones	100
6.2	Recomendaciones	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		102
ANEXOS.....		110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operación de variables	27
Tabla 2. Matriz de Consistencia.....	31
Tabla 3. Explicación de los bloques que componen las preguntas aplicadas a las familias del recinto Montoya	38
Tabla 4. Resumen de las Entrevistas	40
Tabla 5. Detalles de los parámetros a evaluar	42
Tabla 6. Límites máximos permisibles, según el TULSMA, EPA, OMS	43
Tabla 7. Información de población y muestra	45
Tabla 8. Recursos humanos. materiales, tecnológicos y software utilizado.....	48
Tabla 9. Entrevista a la presidenta del Gad Municipal de la Parroquia San Carlos sobre la Gestión Ambiental y de Salud Pública en el Recinto Montoya.....	59
Tabla 10. Entrevista al director del Centro de Salud sobre las Afecciones de Salud Relacionadas con la Calidad del Agua en el Recinto Montoya	61
Tabla 11. Entrevista a la Líder Comunal sobre el Uso del Arroyo La Piragua y su Impacto en la Comunidad del Recinto Montoya.....	65
Tabla 12. Características del Arroyo La Piragua	70
Tabla 13. Componentes principales con sus valores característicos y porcentaje de variación	71
Tabla 14. Ponderaciones de los componentes principales.....	73
Tabla 15. Matriz de carga factorial tras la rotación Varimax.....	74
Tabla 16. Matriz de comunalidades y variación específica.....	75
Tabla 17. Caudal Aguas Arriba del Arroyo La Piragua (enero - marzo)	77
Tabla 18. Componentes principales con sus eigenvalues y porcentaje de variación	78
Tabla 19. Ponderaciones de los componentes principales aguas abajo	80
Tabla 20. Matriz de carga factorial tras la rotación Varimax (aguas abajo).....	81
Tabla 21. Matriz de comunalidades y variación específica (aguas abajo).....	82
Tabla 22. Caudal Aguas Abajo del Arroyo La Piragua	84
Tabla 23. Resumen Estadístico del caudal aguas arriba y aguas abajo	84

Tabla 24. ANOVA	85
Tabla 25. Method: 95,0 percent LSD	86
Tabla 26. Method: Kruskal-Wallis	87
Tabla 27. 95,0 percent Bonferroni intervals	87
Tabla 28. Comparación normativa de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de calidad de agua según estándares nacionales e internacionales.....	88
Tabla 29. Matriz de efluentes, fuentes de contaminación y daños en la salud en el arroyo La Piragua.....	91
Tabla 30. Presupuesto de la investigación	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación referente a factores que inciden a la contaminación del agua, procesos involucrados, e impactos resultantes.	13
Figura 2. Análisis detallado de los estándares y criterios utilizados en la evaluación y medición de la calidad del agua	15
Figura 3. Beneficios y facetas de la implicación comunitaria en la administración de los recursos hídricos.....	17
Figura 4. Localización geográfica del área de estudio (Arroyo La Piragua-Sector Montoya).	36
Figura 5. Aspecto físico presenta el Arroyo La Piragua según su observación.....	51
Figura 6. Alternativas que pueden ser una fuente de contaminación del arroyo La Piragua	51
Figura 7. Percepción sobre contaminantes observados en el arroyo La Piragua	52
Figura 8. Percepción sobre la presencia de industrias que vierten sus desechos al arroyo	52
Figura 9. Percepción sobre aguas residuales y domesticas depositadas en el Arroyo La Piragua.....	53
Figura 10. Actividades u acciones comunes que se realicen sobre las riberas del arroyo ...	53
Figura 11. Principal fuente de recursos hídrico	54
Figura 12. Nivel de preocupación por los efectos del aprovechamiento del agua del Arroyo La Piragua en la salud pública y el medio ambiente.....	54
Figura 13. Usos del agua para preparación de alimentos del arroyo La Piragua	55
Figura 14. Problemas de salud por el uso del agua del arroyo La Piragua	55
Figura 15. Enfermedades más frecuentes que se hayan presentado en la comunidad que se crea son derivadas del agua consumida	56
Figura 16. Identificando si el Gad Municipal del cantón Quevedo o Ministerio del ambiente ha realizado estudios en el Arroyo La Piragua.	56
Figura 17. Estudios independientes o estudiantes universitarios han realizado investigaciones dentro del arroyo.....	57
Figura 18. Se consultó si han capacitado sobre buenas prácticas ambientales sobre las conservaciones del agua del arroyo	57
Figura 19. Acciones domesticas u actividades realizadas que han aportado a que se genere algún tipo de contaminación al arroyo	58

Figura 20. Interrogante sobre si los desechos orgánicos y aguas residuales son depositadas directamente al Arroyo	58
Figura 21. Gráfico de sedimentación	71
Figura 22. Diagrama de cargas factoriales	74
Figura 23. Dendograma por el método de Euclidean Cuadrada (promedio del grupo)	76
Figura 24. Gráfico de sedimentación aguas abajo	78
Figura 25. Diagramas de cargas factoriales (aguas abajo)	81
Figura 26. Dendograma por el método de Euclidean Cuadrada (promedio del grupo)	83
Figura 27. Diagrama de bigotes.....	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Banco de preguntas utilizado para conocer la percepción de los habitantes del recinto Montoya sobre aspectos socioambientales del arroyo La Piragua del cantón Quevedo	110
Anexo 2. Detalles del presupuesto gastado durante el proceso de investigación.....	116
Anexo 3. haciendo uso del agua del arroyo.....	118
Anexo 4. Áreas agrícolas e ingresos al recinto Montoya.....	118
Anexo 5. Equipos para el análisis de las muestras en los laboratorios de aguas y suelos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....	118
Anexo 6. Recolección de muestras	119
Anexo 7. Viviendas y áreas del Recinto Montoya.....	120
Anexo 8. Análisis de muestras en el laboratorio.....	121
Anexo 9. Base de datos aguas abajo y aguas arriba del arroyo evaluado.....	121
Anexo 10. Evidencia de la tabulación de las encuestas.....	122

RESUMEN

El estudio realizado en el arroyo La Piragua del cantón Quevedo, Ecuador, es relevante por su enfoque en la evaluación de la calidad del agua, considerando su importancia para las comunidades locales. El objetivo general fue evaluar la contaminación hídrica por descarga de efluentes en las aguas del arroyo durante la época lluviosa. La metodología incluyó la toma de muestras de agua en puntos clave y su posterior análisis en laboratorio, así como encuestas a la comunidad local para conocer la percepción ciudadana sobre el estado del arroyo. Los resultados revelaron preocupaciones por la comunidad sobre la calidad del agua, lo que refuerza la necesidad de implementar acciones correctivas, el análisis físico químico mostró diferencias en parámetros como la turbidez y el oxígeno disuelto, donde la turbidez superó los límites establecidos por la OMS, pero los niveles de oxígeno disuelto fueron suficientes para mantener un ecosistema acuático saludable. A pesar de que las diferencias en el caudal no fueron estadísticamente significativas, se observó una tendencia de mayor contaminación aguas abajo debido a la actividad humana. Se propusieron estrategias específicas para mitigar los impactos de los efluentes, basadas en estudios de caso. La conclusión principal destaca que, aunque no hay un riesgo inminente, es fundamental tomar medidas preventivas para preservar la calidad del agua y garantizar la sostenibilidad del ecosistema

Palabras clave: salud, agua, comunidad, calidad, protección.

ABSTRACT

The study carried out in the La Piragua stream in the Quevedo canton, Ecuador, is relevant for its focus on the evaluation of water quality, considering its importance for local communities. The general objective was to evaluate water pollution due to the discharge of effluents into the waters of the stream during the rainy season. The methodology included taking water samples at key points and subsequent analysis in the laboratory, as well as surveys of the local community to understand citizen perception of the state of the stream. The results revealed concerns by the community about water quality, which reinforces the need to implement corrective actions, the physical-chemical analysis showed differences in parameters such as turbidity and dissolved oxygen, where turbidity exceeded the limits established by the WHO, but dissolved oxygen levels were sufficient to maintain a healthy aquatic ecosystem. Although the differences in flow were not statistically significant, a trend of greater downstream pollution is detected due to human activity. Specific strategies to mitigate the impacts of effluents were proposed, based on case studies. The main conclusion highlights that, although there is no imminent risk, it is essential to take preventive measures to preserve water quality and guarantee the sustainability of the ecosystem.

Keywords: health, water, community, quality, protection.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, ACRÓNIMOS Y SÍMBOLOS

CE:	Conductividad Eléctrica.
Temp:	Temperatura del agua.
Turb:	Turbidez, claridad o transparencia del agua.
SDT:	Sólidos Disueltos Totales.
pH:	Potencial de Hidrógeno, acidez o alcalinidad del agua.
OD:	Oxígeno Disuelto.
Fos:	Fosfatos.
Nit:	Nitratos.
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxígeno.
Clor:	Cloruros.
Alcalin:	Alcalinidad.
Ca:	Calcio.
Col-Tot:	Coliformes Totales.
Col-Fec:	Coliformes Fecales.
OMS:	Organización Mundial de la Salud.
UNICEF:	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.
PDOT:	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.
TULSMA:	Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente
LRHYR	Ley de Recursos Hídricos y Riego
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

INTRODUCCIÓN

Instituciones mundiales como: Organización Mundial de la Salud (OMS) y también el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) han señalado que, en 2015, el 89% de la población mundial experimentó mejoras en la calidad del agua, resultado de las intervenciones de organismos mundiales, especialmente en países en desarrollo. Sin embargo, este progreso ha sido desigual en América Latina, donde más del 60% de zonas geográficamente apartadas (sitios rurales) carecen de salubridad básica. Esta disparidad refleja un desafío persistente en la región, donde a pesar de los esfuerzos globales, millones de personas continúan enfrentando dificultades para acceder a agua potable de calidad (OMS, 2019).

Estos problemas son especialmente evidentes en comunidades remotas y marginadas, donde la carencia de infraestructura y la contaminación de fuentes hídricas representan obstáculos significativos para la salud pública y el desarrollo socioeconómico. La escasez del líquido vital para el consumo, no solo afecta el bienestar ciudadano, sino también su capacidad para prosperar económicamente y disfrutar de una calidad de vida digna. Además, la falta de acceso a agua tratada perpetúa el ciclo de pobreza y desigualdad en la región, afectando desproporcionadamente a las poblaciones más vulnerables, como niños, mujeres y comunidades indígenas. En este sentido, es crucial que los jefes de estado y las organizaciones sin fines de lucro intensifiquen sus esfuerzos para abordar esta crisis, implementando políticas y programas efectivos que garanticen el acceso equitativo al agua potable y promuevan la sostenibilidad ambiental a largo plazo.

En Ecuador, la problemática de la contaminación hídrica es alarmante, la mayoría de los ríos están severamente afectados por desechos sólidos, aguas residuales domésticas e industriales, así como por la escorrentía agrícola. La conservación y administración adecuada del líquido vital, son urgentes para el país, dada su abundancia de recursos hídricos a nivel nacional y su considerable excedente en comparación con el promedio mundial per cápita. Sin embargo, la distribución desigual del agua, junto con el rápido deterioro ambiental debido a la creciente contaminación y la destrucción acelerada de las fuentes, plantea desafíos significativos en la dotación del servicio hídrico para las ciudades en zonas urbanas y rurales (Baque Mite et al., 2016).

Preliminarmente, es importante destacar que el cantón Quevedo es una zona de rápido crecimiento debido a la convergencia de numerosas industrias, siendo la zona económica y comercial del centro del país situada en la provincia de Los Ríos. Pero lamentablemente el control sobre el medio ambiente y sus recursos es limitado debido a la falta de políticas públicas de las autoridades municipales y la inversión en la dotación de

servicios básicos en las zonas periféricas de la ciudad contribuyen a este fenómeno. En este contexto, el arroyo Piragua, como afluente del río Quevedo y parte de la subcuenca del río Vinces, emerge como una fuente de dotación de líquido vital para la comunidad del recinto Montoya asentado sobre las riberas del arroyo en estudio. Las familias de esta área dependen de este recurso hídrico para satisfacer sus necesidades diarias de agua potable y consumo humano. Por ende, resulta imperativo llevar a cabo estudios exhaustivos sobre la calidad del agua, que incluyan una evaluación detallada de parámetros físicos, químicos y biológicos.

Estos análisis son fundamentales para determinar la idoneidad del agua del arroyo para el consumo humano y su incidencia directa en la supervivencia de los organismos acuáticos, así como en las poblaciones asentadas a lo largo de sus orillas, quienes también utilizan el agua para actividades domésticas. Estos estudios son esenciales para comprender mejor cómo la calidad del agua afecta a las comunidades locales y para implementar medidas efectivas de gestión del recurso hídrico que promuevan la salud y el bienestar de todos los involucrados.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación Problemática

En el siglo XXI, la atención hacia el cuidado y protección del agua se ha vuelto más imperativa debido a su papel vital para la supervivencia de los seres vivos. La Organización Mundial de la Salud enfatiza su importancia para satisfacer las necesidades básicas. En el Ecuador, esta calidad está gravemente comprometida por diversas fuentes de contaminación, que van desde aguas residuales domésticas hasta desechos industriales de agricultura, petróleo y minería. Esta contaminación se evidencia en los altos niveles de pesticidas, fertilizantes y fungicidas presentes en los ríos del país. Además, la deforestación y la erosión agrícola contribuyen al aumento de la sedimentación en las fuentes de agua naturales (OMS, 2019).

Como resultado de la escasa atención al recurso hídrico, la creciente contaminación del agua se vuelve cada vez más crítica, generando consecuencias preocupantes en el deterioro de los recursos naturales y en el bienestar humano global. Entre las principales repercusiones de esta afectación se encuentran la pérdida de ecosistemas acuáticos, la alteración de la cadena alimentaria mediante la transferencia de toxinas en las producciones agrícolas, la escasez del líquido vital para el consumo humano y el aumento de enfermedades, que pueden manifestarse como trastornos gastrointestinales o problemas cutáneos (Jarrín et al., 2017).

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Quevedo (PDOT), la biodiversidad dentro de la zona de influencia enfrenta un declive y transformación debido a la expansión de zonas para el desarrollo productivo y la afectación al recurso agua por múltiples factores, entre ellos los productos químicos, lixiviados, aguas residuales y residuos de animales. En la última década, los arroyos en Quevedo han experimentado una notable disminución en la calidad de agua, agravada por la deforestación en las cuencas de los ríos y el aumento en el uso de agua para consumo humano y actividades industriales (Senplades, 2020).

Según Robinson (2015) dentro de la zona de Quevedo y las zonas de influencia la implementación del proyecto multifuncional Baba, que constituye una de las represas más grandes e importantes del país, plantea la posibilidad de reducir la escorrentía, afectando así la depuración natural de las aguas domésticas en el río. Esta situación podría tener repercusiones significativas en la calidad del agua, con indicadores como coliformes fecales, DBO5 y sólidos en suspensión potencialmente superando los límites establecidos por las normativas ecuatorianas, como el Tulsma.

Además, es importante señalar que estudios realizados por Salazar et al., (2020) para determinar la contaminación del río Quevedo y sus afluentes, como esteros y arroyos, han revelado que los niveles de contaminación superan los límites permitidos por las regulaciones ambientales. Los valores cuantitativos muestran una alta concentración de metales pesados, compuestos orgánicos y agentes contaminantes asociados a los lixiviados industriales. Esta contaminación forma parte de una situación preocupante para la salud pública, con efectos adversos que incluyen enfermedades gastrointestinales, dérmicas y respiratorias en la población expuesta a estas aguas contaminadas. Asimismo, otro estudio realizado por Yépez et al., (2017) muestra una concentración alarmante de sustancias nocivas derivadas de industrias en zonas cercanas de cuencas hídricas en la zona de Quevedo. Las premisas indicadas resaltan la urgencia de implementar planes de mitigación y regulación para proteger la salud pública y preservar la calidad del agua en la zona.

El incremento constante en la generación de desechos en el Arroyo La Piragua, atribuible a las actividades industriales, domésticas y agrícolas en su entorno, ha provocado una agudización notable de la contaminación en este cuerpo de agua (Senplades, 2020). Esta situación ha tenido repercusiones significativas en el ecosistema acuático circundante, con una clara afectación en el hábitat y la biodiversidad de los organismos que dependen del arroyo. La evidente degradación ambiental ha suscitado una mayor atención sobre la calidad del agua, lo que ha estimulado la búsqueda y la implementación de métodos de diagnóstico más avanzados y precisos para abordar eficazmente este desafío medioambiental. Los esfuerzos se centran en comprender la magnitud y las causas de la afectación contaminadora, así como en desarrollar estrategias de mitigación y restauración para proteger la salud de este importante recurso hídrico y preservar la integridad del ecosistema en su conjunto.

1.2 Formulación del Problema

La contaminación del agua en el Arroyo La Piragua, ubicado en el Cantón Quevedo, Ecuador, por descarga de diversos efluentes, representa un desafío significativo tanto para la gestión ambiental como para la salud pública. A pesar de los esfuerzos previos para abordar esta problemática, persisten incertidumbres en cuanto a las percepciones socioambientales de los habitantes del recinto Montoya y sobre los posibles niveles de contaminación presentes en el cuerpo hídrico. Esta investigación busca cerrar estas brechas evaluando, de manera integral, las percepciones de la comunidad y analizando detalladamente los parámetros físico-químicos y biológicos del agua, con el fin de desarrollar estrategias informadas y basadas en evidencia para la gestión sostenible del recurso hídrico, en función de los resultados obtenidos. Estas estrategias podrían incluir acciones educativas,

prácticas ecológicas y la colaboración con actores locales para asegurar un manejo adecuado del arroyo a largo plazo.

A continuación, se presenta la pregunta que guía la formulación del problema:

¿Cuáles son los niveles de contaminación en el Arroyo La Piragua y cómo se perciben estos niveles por parte de la comunidad del recinto Montoya, y qué acciones o estrategias serían necesarias para gestionar de manera sostenible el recurso hídrico, en función de los hallazgos?

1.3 Sistematización del Problema

¿Cuál es su percepción sobre cómo las características socioambientales del recinto Montoya, situado cerca del Arroyo La Piragua, influyen en la relación de la comunidad con su entorno natural?

¿Cuáles son los niveles de contaminación presentes en el cuerpo hídrico del Arroyo La Piragua, tanto aguas arriba como aguas abajo?

¿Qué tipo de estrategias basadas en los efluentes detectados en el arroyo La Piragua pueden fomentar prácticas sostenibles en la comunidad y entre los actores involucrados en la gestión del agua?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la contaminación hídrica por descarga de efluentes, en las aguas del Arroyo la "Piragua" durante la época lluviosa del Cantón Quevedo, Ecuador.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la percepción ciudadana sobre las características socioambientales del recinto Montoya, situado en las proximidades del Arroyo La Piragua, mediante encuestas a las familias y entrevistas con actores clave, con el fin de comprender la interacción entre la comunidad y su entorno natural.
- Realizar un análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos aguas abajo y aguas arriba durante la época lluviosa en el arroyo evaluado, para conocer los niveles de contaminación presentes en dicho cuerpo hídrico.
- Proponer estrategias basadas en los efluentes detectados en el arroyo La Piragua, dirigidas a la comunidad local y a los actores involucrados en la gestión del recurso hídrico, con el fin de fomentar prácticas sostenibles y responsables para el control de la contaminación, el uso eficiente del agua y la conservación del ecosistema acuático.

1.5 Justificación

La evaluación de la contaminación hídrica en el Arroyo La Piragua se erige como un estudio de suma relevancia y trascendencia en el Cantón Quevedo, Ecuador, dada la importancia vital de este cuerpo de agua para la comunidad local. La creciente amenaza derivada de la descarga de efluentes en el arroyo plantea serias implicaciones para el bienestar ciudadana y preservación de la flora y fauna acuática. Además, que, el comprender a profundidad la magnitud y naturaleza de la contaminación es esencial para la adopción de medidas efectivas de conservación en la diversidad acuática.

La investigación propuesta se erige como una oportunidad para identificar posibles afectaciones antropogénicas hacía en el Arroyo La Piragua. Desde una perspectiva social, se busca comprender la percepción de la ciudadanía sobre las condiciones socioambientales del recinto Montoya desarrollado sobre las riberas de este cuerpo hídrico, lo que promoverá una mayor conciencia comunitaria y participación activa en la conservación del arroyo.

Mientras que, desde el aspecto económico, la protección de los recursos hídricos locales adquiere una relevancia indiscutible para garantizar la sostenibilidad de actividades como la agricultura y el turismo, que son pilares fundamentales de la economía local y dependen en gran medida de un entorno ambiental saludable. Asimismo, desde una perspectiva ambiental, la investigación arrojará luz sobre los impactos de la contaminación en el ecosistema del Arroyo La Piragua, proporcionando datos críticos para el desarrollo de estrategias de restauración y conservación.

Además, el estudio no solo busca identificar los niveles de contaminación presentes en el arroyo, sino también contribuir a la implementación de medidas que salvaguarden la salud de las familias mediante la promoción de prácticas seguras de uso del agua. Además, esta investigación ofrece un aporte significativo al ámbito académico y científico al proporcionar datos empíricos y análisis rigurosos sobre la contaminación hídrica en un cuerpo de agua de la zona de Quevedo.

Los resultados obtenidos de esta investigación se erigen como fundamentos sólidos sobre los cuales se construirán futuros estudios dentro del campo de la gestión ambiental en específico la protección de un cuerpo hídrico. Su importancia va más allá del ámbito académico, convirtiéndose en una valiosa fuente de información que enriquecerá el desarrollo de políticas públicas dirigidas a la protección del ambiente y la salud pública. En este sentido, estos descubrimientos ofrecen una oportunidad sin igual para profundizar en la comprensión de los procesos ambientales y su interacción con la sociedad, impulsando así la generación de conocimiento científico de última generación.

En particular, se propone un enfoque integral y multidisciplinario que abarca la creación de una línea base socioambiental en el área designada como Montoya, así como el análisis exhaustivo y la evaluación de los aspectos físicoquímicos y biológicos del agua, junto con la evaluación de su calidad. Esta perspectiva global permitirá una comprensión profunda y completa de la contaminación hídrica en el Arroyo La Piragua, estableciendo así los cimientos para el diseño de estrategias de gestión y conservación efectivas que garantizan la protección de las familias y la preservación de los recursos de la naturaleza.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Problema

2.1.1 Internacionales

Según las estadísticas proporcionadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la contaminación del agua, originada por la descarga de efluentes industriales y domésticos, representa una preocupación de gran envergadura en diversas partes del mundo. De hecho, se estima que al menos 2 mil millones de personas en países en desarrollo se ven expuestas al consumo de agua contaminada con materia fecal, lo que incrementa significativamente el riesgo de propagación de enfermedades relacionadas con el agua y otros problemas de salud pública (OMS, 2019)

Asimismo, investigaciones llevadas a cabo por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) han arrojado resultados concluyentes sobre los impactos perjudiciales de la descarga de efluentes contaminados en los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad. En efecto, estos estudios han servido de base para otros estudios en centro y Sudamérica, documentando, así la muerte de peces y otras formas de vida acuática, la degradación de los hábitats naturales y la reducción de la calidad del agua para su uso humano y agrícola como algunas de las consecuencias más graves de este fenómeno (Ramos, 2021)

2.1.2 Nacionales y locales

Según datos del Ministerio del Ambiente de Ecuador, un preocupante 60% de los cuerpos de agua del país exhiben signos de contaminación debido a la descarga de efluentes industriales y domésticos. Específicamente, los ríos y arroyos en áreas urbanas y periurbanas están gravemente afectados, mostrando elevadas concentraciones de metales pesados, compuestos orgánicos y microorganismos patógenos (Ministerio del ambiente, 2021). Investigaciones llevadas a nivel nacional corroboran que la contaminación hídrica por la descarga de efluentes en cuerpos de agua dulce se ha convertido en un problema creciente en varias provincias del país. La falta de regulación y control de las actividades industriales y domésticas ha exacerbado esta problemática, comprometiendo tanto la disponibilidad de agua potable como la salud de los ecosistemas acuáticos (González et al., 2022).

En Ecuador, existe un creciente interés tanto en el ámbito académico como gubernamental por abordar el problema de la contaminación de los ríos, esteros y arroyos. Avilés (2021) señala que el río Guayas, una fuente vital de agua, presenta niveles alarmantes de contaminación por metales pesados como el plomo y el mercurio, mayormente atribuidos a descargas de desechos industriales y urbanos sin tratamiento adecuado. Por otro lado,

Reyes et al., (2022) resaltan la presencia de contaminación microbiológica en el río Esmeraldas, con elevadas concentraciones de coliformes fecales, indicando una contaminación orgánica de origen humano y animal. Estos hallazgos plantean un riesgo potencial para la salud pública y la calidad de vida de las comunidades ribereñas, dado que más del 80% de las muestras analizadas excedieron los límites permitidos para el contacto directo con el agua.

Además, investigaciones, como la realizada por Robinson (2015), han identificado niveles preocupantes de contaminación en varios ríos y esteros de la provincia de Los Ríos. La presencia de vertidos de aguas residuales domésticas e industriales ha resultado en la superación de los límites permitidos para parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Asimismo, Salazar et al., (2020) documentaron altos niveles de contaminación en el estero La Playita, también en la provincia de Los Ríos, debido a descargas de aguas residuales sin tratar de actividades agrícolas y urbanas, lo que amenaza la biodiversidad acuática y la salud de las comunidades locales.

El estudio de Baque et al., (2016) se centró en evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano en el cantón Quevedo. Se analizaron diversos aspectos físicos, químicos y microbiológicos del agua del río, tanto en épocas de lluvia como en temporadas secas. Aunque la mayoría de los parámetros evaluados estaban dentro de los límites aceptables en términos de calidad ambiental, se encontraron niveles elevados de manganeso y oxígeno disuelto, así como la presencia de coliformes fecales, especialmente durante la temporada de lluvias. En conclusión, se determinó que el agua en el cantón Quevedo mostraba signos leves de contaminación, lo que subraya la necesidad de aplicar tratamientos de potabilización antes de su consumo.

2.2 Bases Teóricas

En las siguientes secciones, se expondrán detalladamente los fundamentos teóricos que sirven como base para esta investigación:

2.2.1 Contaminación Hídrica

La contaminación hídrica es un fenómeno preocupante que afecta negativamente los ecosistemas acuáticos y la salud humana. En la provincia de Los Ríos, y en específicos en el cantón Quevedo este problema es especialmente relevante debido a la alta actividad agrícola e industrial, así como a la falta de infraestructuras adecuadas para el tratamiento de aguas residuales. Los productos químicos empleados en la agricultura, como fertilizantes y pesticidas, además de los desechos industriales no tratados, representan importantes fuentes de contaminación, pueden ocasionar la eutrofización de los cuerpos de agua, la disminución

de la diversidad biológica y la propagación de enfermedades transmitidas por el agua. (Melero, 2021).

Según estudios de Molina et al., (2020) Las emisiones de residuos industriales y domésticos son las principales responsables de la contaminación del agua, introduciendo diversos contaminantes como metales pesados, compuestos orgánicos y agentes patógenos (p.34). Estos elementos pueden modificar la composición química del agua, afectar la diversidad biológica acuática y comprometer la calidad del agua potable. Por tanto, resulta crucial implementar medidas de mitigación efectivas y mejorar la gestión de los recursos hídricos para prevenir daños ambientales futuros y proteger la salud pública.

Por otro lado, autores como Marca et al., (2019) Se sostiene que las actividades humanas no son los únicos factores que contribuyen a la contaminación del agua (p. 67). Aspectos naturales como la erosión del suelo, el transporte de sedimentos por la lluvia y la liberación de nutrientes por parte de los ecosistemas acuáticos también tienen un papel significativo en la degradación de la calidad del agua. Aunque estos procesos naturales son parte del ciclo hidrológico, su intensificación debido a la deforestación, la agricultura intensiva y el cambio climático puede agravar la contaminación del agua y complicar su recuperación (Molina et al., 2020).

Otros expertos como Quispe et al., (2020) sostienen que la contaminación hídrica es un problema complejo que requiere enfoques integrales y soluciones a largo plazo (p.67). Además de controlar las fuentes de contaminación, es fundamental promover prácticas de conservación del agua, como la reforestación de cuencas hidrográficas, la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales avanzados y la educación ambiental. Estas medidas no solo ayudarán a mejorar la calidad del agua, sino que también fortalecerán la resiliencia de los ecosistemas acuáticos y garantizarán un suministro sostenible de agua para las generaciones futuras (Costa et al., 2020).

En concreto, la contaminación del agua representa un desafío complejo que demanda un profundo entendimiento de sus orígenes, efectos y posibles soluciones. Aunque hay diversas perspectivas sobre las causas y consecuencias de este problema, es claro que se requieren acciones urgentes y coordinadas para abordarlo de manera efectiva. Un enfoque integral que incluya regulaciones ambientales, participación comunitaria e innovación tecnológica será crucial para proteger los recursos hídricos y asegurar un entorno saludable para las próximas generaciones.

2.2.2 Fuentes contaminantes del hídrica

Las fuentes de contaminación del agua o hídricas como tal se han clasificado en distintos grupos según su origen y pueden dividirse en las siguientes categorías: fuentes

puntuales, como descargas industriales y vertidos de aguas residuales tratadas; fuentes difusas, que incluyen escorrentía urbana y agrícola, erosión del suelo y deposición atmosférica; y fuentes naturales, como los sedimentos de origen geológico y las emanaciones volcánicas. Esta clasificación facilita la identificación y el abordaje de los diferentes tipos de contaminación, permitiendo desarrollar estrategias específicas para su control y prevención (M. F. Jaramillo et al., 2020).

2.2.2.1 Fuentes urbanas

Estos desechos, conocidos como aguas residuales municipales, son una preocupación importante debido a su impacto en la calidad del agua. Su origen principal se encuentra en hogares y áreas públicas, donde el crecimiento urbano ha exacerbado su generación. La densidad demográfica de las zonas urbanas incide en la producción de aguas residuales, principalmente canalizadas a través de sistemas de alcantarillado. Sin embargo, el rápido desarrollo urbano ha dejado muchas áreas suburbanas sin acceso a estos sistemas, lo que ha resultado en la descarga directa de aguas residuales en fosas sépticas o cuerpos de agua cercanos (Molina et al., 2020).

La gestión inapropiada de estos residuos ha ocasionado una serie de problemas tanto ambientales como de salud pública. Las aguas residuales municipales pueden contener una diversidad de contaminantes, entre ellos microorganismos patógenos, nutrientes como nitrógeno y fósforo, sustancias químicas tóxicas y otros desechos perjudiciales. La liberación de estos contaminantes en cuerpos de agua superficiales puede provocar la proliferación de algas nocivas, la contaminación del suministro de agua potable y la deterioración general del ecosistema acuático. Además, la exposición a aguas residuales sin tratar puede aumentar el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua y tener un impacto negativo en la salud humana y en la calidad de vida de las comunidades afectadas (Rios, 2017).

2.2.2.2 Fuentes industriales

Las emisiones asociadas a la ejecución de actividades vinculadas con la extracción y transformación de recursos naturales en productos de consumo representan un desafío ambiental significativo. Las operaciones de manufactura engloban una amplia gama de procesos, que abarcan desde la industria química y petroquímica hasta la producción de alimentos, textiles, metales y más (Larramendi et al., 2021).

Además, que, cada una de estas industrias genera volúmenes considerables de aguas residuales, cuyas características físico-químicas varían según el tipo de proceso involucrado, incluyendo la presencia de sustancias orgánicas, grasas, aceites, metales pesados, nutrientes, entre otros. Este vertido de aguas residuales industriales plantea

desafíos adicionales para la gestión ambiental y cuidados recursos hídricos (Larramendi et al., 2021).

2.2.2.3 Fuentes agropecuarias

Se refieren a las corrientes de líquidos procedentes de explotaciones dedicadas a la cría tanto de ganado vacuno como de ganado menor, junto con las aguas que retornan de los campos agrícolas tras su utilización para riego. Este tipo de efluentes agrícolas transporta residuos de herbicidas, fertilizantes y pesticidas hacia los cuerpos de agua receptores, lo que constituye una significativa fuente de contaminación capaz de perturbar considerablemente los ecosistemas acuáticos. La incorporación de estos compuestos químicos al entorno acuático puede ocasionar consecuencias negativas en la diversidad biológica afectan el deterioro de la salud de los ecosistemas y reduciendo su habilidad para mantener la vida acuática (Gallo & Vázquez, 2021).

2.2.2.4 Fuentes naturales

Los lagos se originan a través del transporte de materia orgánica en descomposición arrastrada por las aguas pluviales, así como por los residuos orgánicos generados por la erosión del suelo. Casi todos los embalses presentan algún grado de contaminación, dado que la presencia de organismos vivos en estas masas de agua indica una cierta concentración de nutrientes. Además, pueden estar afectados por contaminación de origen natural, como la ocasionada por la exposición de minerales de sulfuro al oxígeno y al agua, lo que conduce al fenómeno conocido como drenaje ácido de rocas (Melero, 2021).

2.2.3 Gestión de recursos Hídricos

A continuación, se ofrece una concisa evaluación de la administración de los recursos hídricos, tanto a nivel nacional en Ecuador como a nivel local en la provincia de Los Ríos, con un enfoque especial en el cantón Quevedo. A nivel nacional, Ecuador ha implementado políticas y regulaciones destinadas a la protección y gestión sostenible de sus recursos hídricos. Entre estas medidas se incluye la Ley de Recursos Hídricos y Riego, que busca garantizar un acceso equitativo al agua y promover su uso eficiente. Además, se han ejecutado planes de gestión de cuencas hidrográficas y proyectos de infraestructura para mejorar la captación, almacenamiento y distribución del agua (Robinson, 2015).

2.2.3.1 Gestión a nivel Nacional

La administración de los recursos hídricos en Ecuador emerge como un asunto de vital importancia dada la profusión de ríos, lagos y acuíferos en su territorio, así como su significativa dependencia en la agricultura y la generación hidroeléctrica. No obstante, a pesar de esta riqueza acuífera, Ecuador se enfrenta a notables desafíos en la gestión sostenible de

sus recursos hídricos. La deforestación, la contaminación derivada de actividades industriales y agrícolas, junto con el cambio climático, plantean amenazas a la calidad y disponibilidad del agua en diversas regiones del país (Salazar et al., 2020).

La disparidad en la distribución del agua entre zonas urbanas y rurales se presenta como una de las principales preocupaciones en la gestión de los recursos hídricos en Ecuador. Las áreas urbanas enfrentan desafíos significativos en cuanto a la accesibilidad y calidad del agua debido a problemas de contaminación y la explotación excesiva de fuentes superficiales. Según datos recientes del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), aproximadamente el 30% de la población urbana en Ecuador no cuenta con acceso a agua potable de calidad. Además, se estima que alrededor del 70% de los cuerpos de agua superficial en las zonas urbanas del país están afectados por contaminantes industriales y residenciales, lo cual tiene un impacto negativo en la salud pública y en el suministro de agua para uso humano (Gaspar et al., 2022).

En contraste, las comunidades rurales suelen carecer de infraestructuras adecuadas para la captación y almacenamiento del agua. Según el INEC, alrededor del 60% de las zonas rurales en Ecuador carecen de sistemas de agua potable seguros, lo que resulta en un acceso limitado al agua, especialmente durante períodos de sequía. Esta situación dificulta el acceso de las comunidades rurales a este recurso esencial para el consumo humano y la agricultura, contribuyendo así a la persistencia de la pobreza y la inseguridad alimentaria en estas áreas (Gaspar et al., 2022).

Para abordar estos retos, Ecuador ha implementado una serie de políticas y programas destinados a mejorar la gestión integral de los recursos hídricos. Estas iniciativas comprenden acciones para promover la conservación de las cuencas hidrográficas, la construcción de infraestructuras para la captación y almacenamiento de agua, así como la adopción de tecnologías más eficientes para el tratamiento de aguas residuales. Además, el país está desarrollando estrategias de adaptación al cambio climático para garantizar la disponibilidad de agua para las generaciones futuras, reconociendo la relevancia de este recurso para el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente (Gaspar et al., 2022).

2.2.3.2 Gestión a nivel local

A nivel local, particularmente en la provincia de Los Ríos, donde se encuentra ubicado el cantón Quevedo, se están ejecutando una serie de acciones destinadas a abordar de manera efectiva las necesidades particulares de esta área en relación con la gestión de los recursos hídricos. Estas medidas se están implementando en un contexto en el que se está fortaleciendo la comprensión sobre la trascendental importancia del agua como un elemento

esencial para el desarrollo sostenible y la preservación del entorno natural (Oviedo et al., 2018).

En Quevedo, una ciudad cuya economía se basa en gran medida en los recursos hídricos para actividades esenciales como la agricultura y la generación de energía hidroeléctrica, es crucial establecer programas que garanticen la supervisión continua de la calidad del agua. Esto es fundamental para asegurar su disponibilidad y seguridad tanto para el consumo humano como para el medio ambiente.

A pesar de los esfuerzos locales, existen desafíos significativos que obstaculizan una gestión efectiva de los recursos hídricos en Quevedo y en la provincia de Los Ríos en su conjunto. Uno de los principales obstáculos radica en la falta de políticas públicas a nivel nacional que respalden de manera coherente las iniciativas locales de gestión del agua. La carencia de un marco regulatorio sólido y de financiamiento adecuado limita la capacidad de los gobiernos locales y las comunidades para implementar medidas eficaces de conservación y manejo del agua (Yépez et al., 2017).

Además, evidencia una carencia de inversión pública en lo que respecta a la preservación de los recursos hídricos en la zona. Aunque se están ejecutando proyectos y programas locales con recursos limitados, la falta de respaldo financiero y técnico por parte del gobierno central dificulta la ejecución de medidas a gran escala necesarias para enfrentar los problemas estructurales en la gestión del agua en la región. Esta situación destaca la necesidad de un compromiso más sólido por parte de las autoridades nacionales para asignar recursos y establecer políticas coherentes que fomenten la gestión sostenible de los recursos hídricos en todo el país (Guerrero et al., 2022).

2.2.4 Calidad del Agua

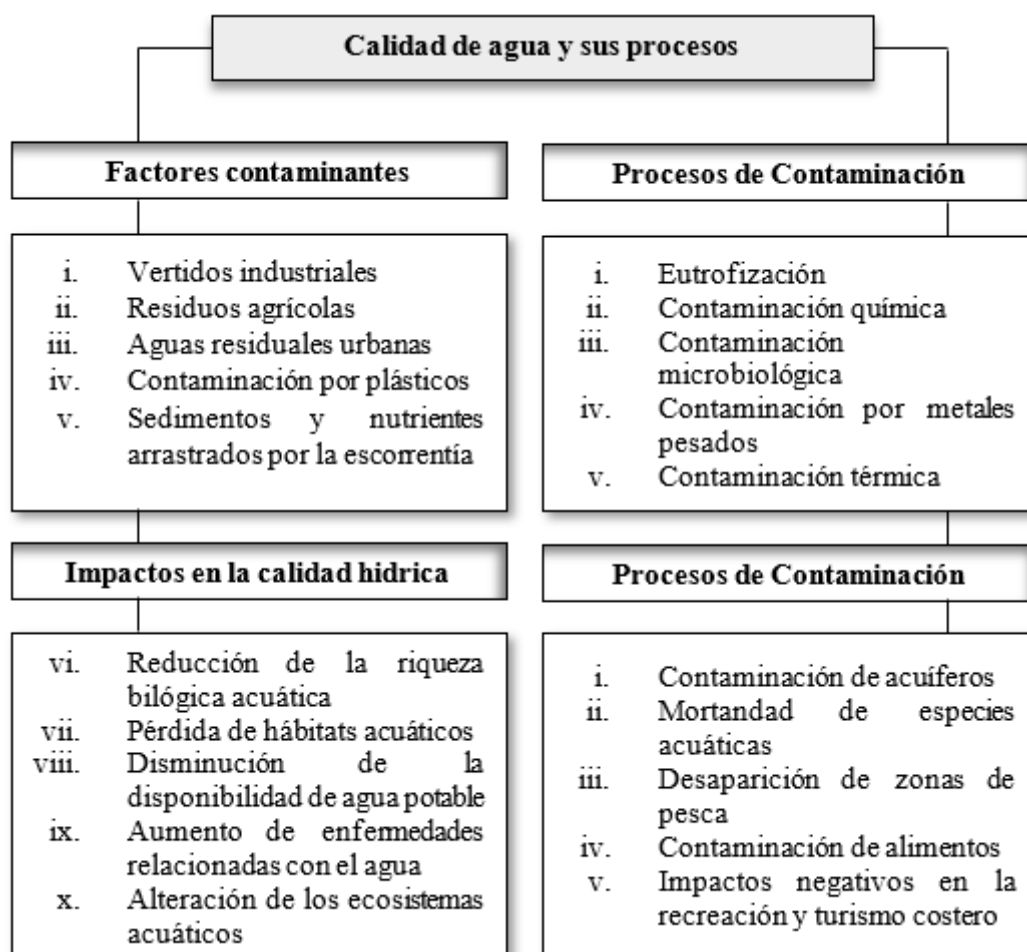
La calidad del agua se define como el estado físico, químico y biológico del agua, considerando tanto sus propiedades naturales como la influencia de actividades humanas. Se determina mediante la evaluación de múltiples factores, como la concentración de sustancias químicas, la presencia de organismos que indican la salud del ecosistema acuático, y la capacidad del agua para satisfacer diversos usos, como consumo humano, agricultura y conservación de la vida silvestre (Juárez et al., 2022).

Figura 1 proporciona una representación visual detallada de los elementos que contribuyen a la alteración de la calidad del agua, los procesos involucrados en este fenómeno, los efectos resultantes en la salud humana y el medio ambiente. En su primera sección, se identifican diversas fuentes de alteración, que van desde la actividad industrial hasta los efectos de la contaminación atmosférica y los vertidos de petróleo. Estos factores desencadenan una serie de procesos de degradación, como la filtración de sustancias, el

enriquecimiento nutricional y la acumulación biológica, que se describen en la segunda parte del esquema.

A medida que estos procesos se desarrollan, se generan efectos en la calidad del agua, como la disminución del nivel de oxígeno disuelto, el aumento de la temperatura y la presencia de agentes químicos nocivos. Estos efectos, a su vez, tienen repercusiones significativas en la salud de las personas y en el equilibrio del ecosistema acuático, lo que incluye la propagación de enfermedades relacionadas con el agua, el deterioro de la diversidad biológica en los cuerpos de agua y la alteración de los ciclos naturales de elementos químicos.

Figura 1. Representación referente a factores que inciden a la contaminación del agua, procesos involucrados, e impactos resultantes.



Nota. adaptado a partir de la información de (Juárez et al., 2022; Trejo et al., 2021), procediendo a realizar un organizador grafico que sintetice de mejor manera la información.

2.2.4.1 Estándares y criterios para medir la calidad del agua

La importancia de los estándares y criterios para la evaluación de la calidad del agua radica en su capacidad para determinar la adecuación del agua para diferentes propósitos y

para salvaguardar tanto la salud humana como el entorno natural. Estos estándares pueden variar según la ubicación geográfica y las regulaciones específicas, pero generalmente se basan en una combinación de parámetros físicos, químicos y biológicos (Borrero, 2018).

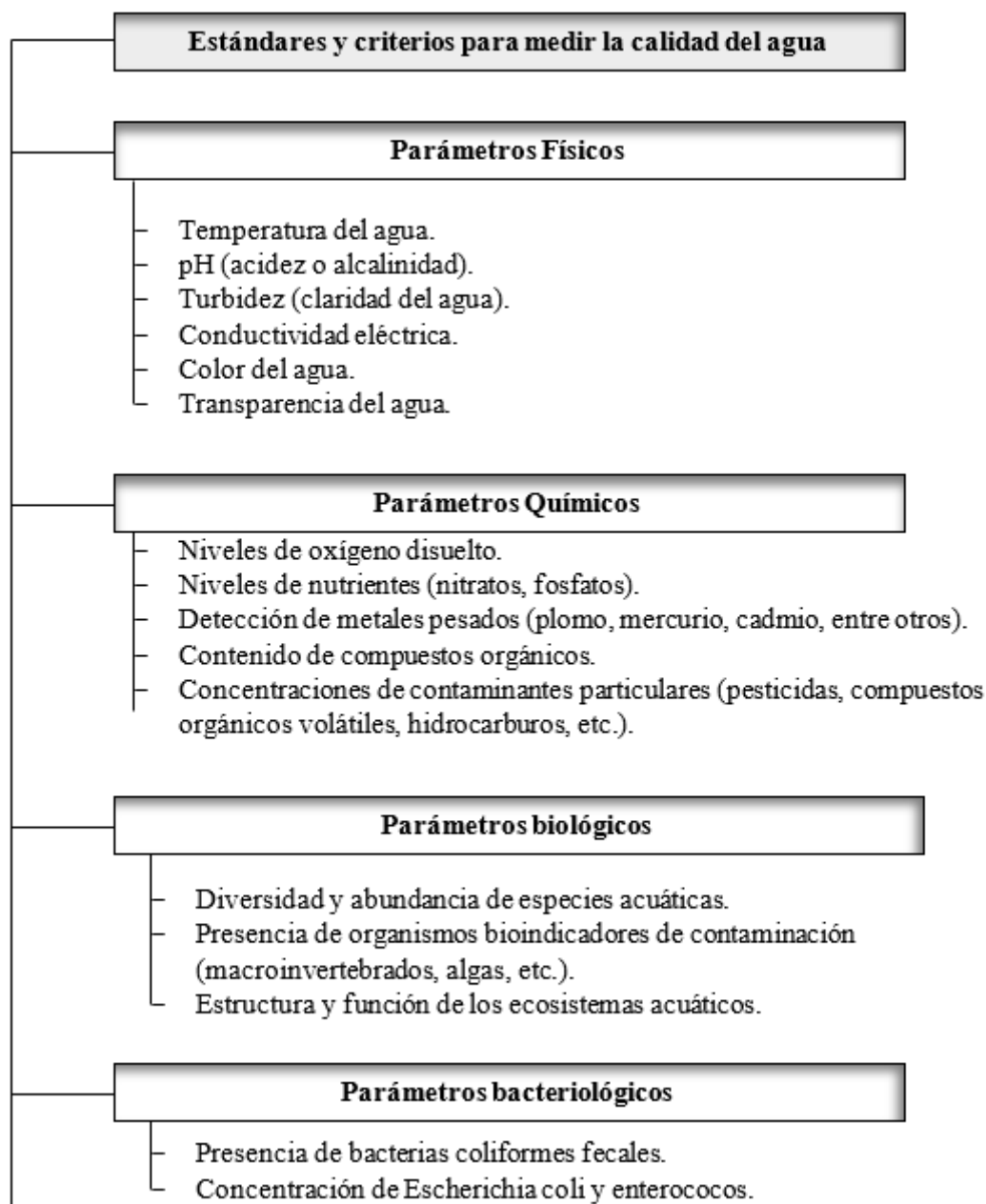
Los indicadores químicos, tales como el pH, la concentración de oxígeno disuelto, nutrientes, metales pesados y contaminantes orgánicos, ofrecen una visión de la composición química del agua y su potencial impacto en la salud tanto humana como en el equilibrio del ecosistema acuático. Por otro lado, los indicadores biológicos, como la presencia de bacterias que señalan contaminación fecal y la diversidad de especies acuáticas, proporcionan datos acerca del estado de salud del ecosistema acuático y su capacidad para mantener la vida (Méndez et al., 2020).

La evaluación de la calidad del agua implica la utilización de métodos de recolección de muestras y análisis en laboratorio, así como también el monitoreo continuo en el campo en tiempo real. Los resultados obtenidos a partir de estas evaluaciones se comparan con los estándares y criterios establecidos por las autoridades regulatorias y los organismos de salud pública para determinar si el agua cumple con los requisitos de calidad necesarios para su uso previsto (Méndez et al., 2020).

La Figura 2, en referencia a los estándares y criterios para evaluar la calidad del agua, presenta una representación visual de los principales parámetros utilizados en la evaluación de la salud de los cuerpos de agua. Estos parámetros se clasifican en tres categorías: físicos, químicos y biológicos. Dentro de la categoría de parámetros físicos, se incluyen mediciones como temperatura, turbidez y conductividad, que ofrecen información acerca de las propiedades físicas del agua.

Además, los parámetros químicos comprenden aspectos como el pH, oxígeno disuelto, nutrientes y metales pesados, los cuales son indicadores de la composición química del agua y la presencia de contaminantes. Por último, los parámetros biológicos, como los macroinvertebrados acuáticos y el fitoplancton, proporcionan datos sobre la salud del ecosistema acuático y su capacidad para sustentar la vida.

Figura 2. Análisis detallado de los estándares y criterios utilizados en la evaluación y medición de la calidad del agua



Nota. adaptado a la información extraída de (Méndez et al., 2020; Méndez et al., 2020; Villena, 2018).
Elaborado por: autor de la investigación

2.2.4.2 Indicadores de calidad del agua

Los indicadores de calidad del agua son parámetros físicos, químicos, biológicos o bacteriológicos utilizados para evaluar la pureza y la idoneidad del agua para diversos usos, así como para detectar la presencia de contaminantes y evaluar el estado de los ecosistemas acuáticos. Estos indicadores proporcionan información sobre la composición, la salud y la seguridad del agua, y son fundamentales para la gestión y la protección de los recursos hídricos (Borrero, 2018).

- i. **Indicadores físicos:** Dentro de los parámetros relevantes para evaluar la calidad del agua se encuentran diversos aspectos, como la temperatura, el pH, la turbidez, la conductividad eléctrica, el color y la transparencia. La temperatura del agua puede impactar en la diversidad de vida acuática y en procesos biológicos fundamentales. Por su parte, el pH indica el grado de acidez o alcalinidad del agua, lo que puede afectar tanto a la fauna y flora acuáticas como a la solubilidad de contaminantes presentes (Méndez et al., 2020).
- ii. **Indicadores químicos:** Estos parámetros incluyen la cantidad de oxígeno disuelto, nutrientes como nitratos y fosfatos, metales pesados, compuestos orgánicos y contaminantes específicos como pesticidas y productos químicos industriales. El oxígeno disuelto es crucial para mantener la vida acuática y su nivel puede cambiar debido a factores como la temperatura y la actividad biológica. Los nutrientes como el nitrógeno y el fósforo pueden ocasionar la eutrofización y el crecimiento excesivo de algas, lo que tiene un impacto negativo en la calidad del agua y la biodiversidad (Méndez et al., 2020).
- iii. **Indicadores biológicos:** Incluyen la diversidad y abundancia de especies acuáticas, la presencia de organismos indicadores de contaminación, como las bacterias coliformes fecales, y la estructura y función de los ecosistemas acuáticos. Los organismos acuáticos son sensibles a los cambios en la calidad del agua y pueden actuar como bioindicadores de la salud del ecosistema y la presencia de contaminantes (Méndez et al., 2020).
- iv. **Indicadores bacteriológicos:** Se centran en la detección de bacterias patógenas y otros microorganismos indicadores de contaminación fecal, como *Escherichia coli* y enterococos (Villena, 2018).

Los indicadores de calidad del agua se utilizan en programas de monitoreo ambiental, estudios de impacto ambiental, evaluaciones de riesgos y para establecer estándares de calidad del agua y directrices regulatorias. Su análisis y seguimiento constante son esenciales para garantizar la protección de los recursos hídricos y la salud de los ecosistemas acuáticos y de la población.

2.2.5 Participación comunitaria en la gestión de los recursos hídricos

La implicación de la comunidad en la gestión de los recursos hídricos es crucial para garantizar una administración efectiva y sostenible de este recurso fundamental para la existencia. La participación activa de los habitantes en la toma de decisiones relacionadas con el agua no solo promueve un sentimiento de responsabilidad compartida, sino que también capacita a los ciudadanos para que se involucren de manera activa en la conservación y protección de los cuerpos de agua locales (Méndez et al., 2020).

La Figura 3 resalta los aspectos y beneficios que subrayan la importancia de la participación comunitaria en la gestión de los recursos hídricos. Este gráfico destaca cómo la activa participación de la comunidad puede tener un impacto positivo en la conservación y el uso sostenible del agua, evidenciando su papel fundamental en la gestión integrada y equitativa de este recurso. Además, muestra cómo la participación comunitaria puede fortalecer la capacidad de respuesta frente a los desafíos relacionados con el agua y fomentar prácticas más responsables y eficientes en su utilización.

Figura 3. Beneficios y facetas de la implicación comunitaria en la administración de los recursos hídricos.



Nota. elaborador a partir del análisis de información de las siguientes fuentes: (Gaspar et al., 2022; Guerrero et al., 2022; Yépez et al., 2017).

La participación comunitaria en la gestión del agua es un componente crucial para la comprensión profunda de las necesidades y preocupaciones de la población respecto al recurso hídrico. Este involucramiento activo permite una conexión directa con las realidades locales y las perspectivas de los habitantes, ofreciendo una visión más completa de los desafíos y oportunidades relacionados con el agua. Al entender mejor las preocupaciones de la comunidad, se pueden desarrollar estrategias y políticas más acertadas y efectivas para abordar los problemas hídricos de manera integral y sostenible. Esta mayor comprensión no solo permite identificar las soluciones más adecuadas, sino que también promueve un sentido

de pertenencia y responsabilidad compartida hacia la protección y conservación del recurso (Méndez et al., 2020).

Asimismo, la participación comunitaria fomenta la colaboración entre diversos actores, incluidos gobiernos locales, organizaciones no gubernamentales y empresas, en la búsqueda de soluciones innovadoras y sostenibles para los desafíos hídricos. En última instancia, este enfoque participativo fortalece la resiliencia de las comunidades frente a los impactos del cambio climático y promueve un manejo más equitativo y sostenible del agua para las generaciones presentes y futuras (Méndez et al., 2020).

2.2.5.1 Estrategias para promover la participación ciudadana en la protección del recurso agua

Ante el creciente desafío de la protección y gestión sostenible del recurso hídrico, es imperativo implementar estrategias efectivas que fomenten la participación activa de la ciudadanía. En este contexto, se proponen diversas estrategias destinadas a promover la participación ciudadana en la protección del agua. En este sentido, las siguientes estrategias ofrecen un enfoque integral para enfrentar este desafío y construir un futuro más resiliente y equitativo en términos de gestión del agua (Melero, 2021).

- i. Campañas de Concienciación:** Organizar campañas educativas y de sensibilización para destacar la importancia del agua, los desafíos que enfrenta y cómo la participación ciudadana puede marcar la diferencia en su protección.
- ii. Educación Ambiental:** Desarrollar programas educativos en escuelas, comunidades y medios de comunicación para informar a la población sobre prácticas sostenibles de uso del agua y su impacto en el medio ambiente.
- iii. Involucramiento Comunitario:** Fomentar la participación activa de la comunidad en la toma de decisiones relacionadas con la gestión del agua, incluyendo la creación de comités locales y la organización de reuniones y talleres participativos.
- iv. Promoción de la Responsabilidad Individual:** Inspirar a los ciudadanos a tomar medidas individuales para conservar el agua, como reparar fugas, reducir el consumo y utilizar prácticas de jardinería sostenibles.
- v. Acceso a la Información:** Garantizar que la información sobre la calidad del agua y los problemas relacionados esté disponible y sea accesible para todos, permitiendo una mayor conciencia y participación de la ciudadanía en la protección del recurso hídrico (Melero, 2021).

Las estrategias descritas para promover la participación ciudadana en la protección del recurso agua están diseñadas para abordar diversas facetas de este desafío crucial. Las campañas de concienciación y la educación ambiental buscan aumentar la comprensión

pública sobre la importancia del agua y cómo las acciones individuales pueden marcar la diferencia. El involucramiento comunitario, por otro lado, busca empoderar a las comunidades locales, permitiéndoles tener voz en la toma de decisiones y la implementación de medidas de gestión del agua.

Donde, además la promoción de la responsabilidad individual apunta a motivar a los ciudadanos a asumir un papel activo en la conservación del agua en su vida diaria. Finalmente, el acceso a la información garantiza que todos tengan conocimiento sobre la situación del recurso hídrico, lo que facilita una participación más informada y comprometida de la ciudadanía en su protección y gestión sostenible (Marca et al., 2019).

2.2.6 Estrategias de mitigación de la contaminación de recursos hídricos

Enfrentar la contaminación de los recursos hídricos es una tarea urgente y multifacética que requiere un enfoque integral y colaborativo. Las estrategias de mitigación desempeñan un papel fundamental en este desafío, abordando desde la prevención hasta la restauración de ecosistemas acuáticos. Estas líneas introductorias introductorio establecen el contexto y la importancia de las estrategias propuestas, destacando la necesidad de acciones concretas para proteger y preservar la calidad del agua para las generaciones presentes y futuras (Quispe et al., 2020).

A continuación, se presentan varias estrategias localizadas en los siguientes trabajos:

- **Control de fuentes de contaminación:** Implementar medidas para reducir la liberación de contaminantes en fuentes puntuales y no puntuales, como regulaciones más estrictas para la industria y la agricultura, sistemas de tratamiento de aguas residuales mejorados y prácticas agrícolas sostenibles (Costa et al., 2020).
- **Restauración de ecosistemas acuáticos:** Realizar proyectos de restauración de ríos, lagos y humedales para mejorar la calidad del agua y promover la biodiversidad. Esto puede incluir la revegetación de riberas, la remoción de sedimentos contaminados y la reintroducción de especies nativas (Costa et al., 2020).
- **Educación y sensibilización:** Desarrollar programas de educación ambiental para aumentar la conciencia pública sobre la importancia de la conservación del agua y los efectos de la contaminación. Esto puede incluir campañas de divulgación, talleres comunitarios y actividades escolares (Costa et al., 2020).
- **Monitoreo y seguimiento:** Establecer sistemas de monitoreo continuo de la calidad del agua para identificar tendencias de contaminación, evaluar la efectividad de las medidas de mitigación y tomar acciones correctivas según sea necesario. Esto implica el uso de tecnologías de monitoreo avanzadas y la colaboración entre agencias gubernamentales y organizaciones comunitarias (Costa et al., 2020).

- **Cooperación internacional:** Promover la cooperación entre países para abordar la contaminación transfronteriza de los recursos hídricos, especialmente en cuencas compartidas. Esto puede incluir acuerdos bilaterales o multilaterales, intercambio de información y recursos, y programas de colaboración en investigación y desarrollo (Costa et al., 2020).

2.2.7 Impactos en la salud por consumo de agua contaminada

El consumo de agua contaminada tiene una serie de efectos significativos en la salud humana, que van desde problemas agudos hasta consecuencias crónicas a largo plazo. En primer lugar, ingerir agua contaminada con patógenos como bacterias, virus y parásitos puede ocasionar enfermedades gastrointestinales como diarrea, cólera, fiebre tifoidea y hepatitis A. Estas enfermedades pueden presentar síntomas graves, como vómitos, fiebre, deshidratación y, en casos extremos, pueden ser mortales, especialmente en grupos vulnerables como niños, ancianos y personas con sistemas inmunológicos debilitados (Bello et al., 2016).

Además de las enfermedades gastrointestinales, el consumo de agua contaminada también puede estar asociado con problemas de salud a largo plazo. Por ejemplo, la exposición prolongada a metales pesados como el plomo, el arsénico y el mercurio presentes en el agua puede provocar daños en órganos como el hígado, los riñones y el sistema nervioso. Estos metales pueden acumularse en el cuerpo con el tiempo y causar enfermedades crónicas como enfermedades renales, daño cerebral, trastornos del desarrollo en niños y cáncer (Berrocal & Pérez, 2021).

Adicionalmente, el agua contaminada con productos químicos industriales, pesticidas y productos farmacéuticos también puede representar un riesgo para la salud humana. La presencia de sustancias químicas como los disruptores endocrinos y los carcinógenos en el agua potable puede aumentar el riesgo de enfermedades crónicas como el cáncer, trastornos hormonales, defectos congénitos y problemas de fertilidad. Estos contaminantes pueden ingresar al cuerpo a través del consumo directo de agua, pero también pueden acumularse en los alimentos irrigados con agua contaminada, amplificando aún más los riesgos para la salud (Berrocal & Pérez, 2021).

Los efectos derivados del consumo de agua contaminada son diversos y pueden variar desde enfermedades gastrointestinales agudas hasta problemas crónicos como enfermedades renales y cáncer. Estos impactos no solo comprometen la salud física de las personas, sino que también pueden acarrear consecuencias sociales y económicas significativas en las comunidades, especialmente aquellas que enfrentan dificultades para acceder a fuentes seguras de agua potable. Por tanto, resulta imperativo proteger y conservar

las fuentes de agua limpia y segura para garantizar la salud y el bienestar de las poblaciones a nivel global (Berrocal & Pérez, 2021).

2.2.7.1 Efectos de la contaminación hídrica en la salud humana

La contaminación hídrica puede tener una serie de efectos adversos en la salud humana. En primer lugar, el consumo de agua contaminada con sustancias químicas peligrosas, como metales pesados o productos químicos industriales, puede provocar enfermedades graves, como cáncer, problemas renales y trastornos del sistema nervioso. Estos contaminantes pueden acumularse en el cuerpo con el tiempo y causar daños irreversibles a los órganos internos (M. Ayala et al., 2021).

Además, el contacto directo con agua contaminada, ya sea durante actividades recreativas como nadar o pescar, o durante el lavado de alimentos y utensilios de cocina, puede aumentar el riesgo de infecciones y enfermedades transmitidas por el agua. Bacterias, virus y parásitos presentes en el agua contaminada pueden causar enfermedades gastrointestinales, como diarrea, vómitos y fiebre, así como infecciones de la piel y de los ojos (Ayala et al., 2021).

Otro efecto preocupante de la contaminación hídrica en la salud humana es el impacto en la seguridad alimentaria. El uso de agua contaminada para el riego de cultivos y la cría de animales puede contaminar los alimentos que consumimos. Esto puede llevar a la ingestión de toxinas y contaminantes a través de la dieta, lo que aumenta el riesgo de enfermedades crónicas y agudas. Además, la contaminación del agua puede afectar la productividad agrícola y la disponibilidad de alimentos, lo que agrava la inseguridad alimentaria en las comunidades afectadas (Ayala et al., 2021).

2.3 Marcos Conceptuales o Glosarios

2.3.1 Aguas abajo

Según Bello et al., (2016), aguas abajo es la parte de un río, arroyo o corriente de agua que se encuentra en una posición más baja o en la dirección hacia la que fluye el agua, después de pasar por un punto de referencia específico. Otra postura, es la Berrocal & Pérez (2021), quien describe el término aguas abajo como segmento de un curso de agua que se encuentra en la dirección del flujo principal del agua, es decir, en la dirección hacia la que se desplaza el agua desde su origen.

Ambos autores coinciden en que aguas abajo es la parte de un curso de agua que está en una posición más baja o en la dirección hacia la que fluye el agua desde su origen. Esta zona es fundamental para entender cómo se transportan los contaminantes y otros elementos a lo largo de un cuerpo de agua.

2.3.2 Aguas Arriba

Según Bello et al., (2016), aguas arriba se refiere a la parte de un curso de agua que se encuentra en una posición más alta o hacia el origen del flujo de agua, antes de que ésta atraviese una ubicación o punto de referencia específico. Mientras que, de acuerdo con Ayala et al., (2021), aguas arriba hace referencia al segmento de un río o arroyo que se encuentra en la dirección opuesta al flujo de agua, es decir, en la dirección contraria al curso principal del agua.

Ambos aportes concuerdan en que aguas arriba se refiere a la parte de un curso de agua que está en una posición más alta o en la dirección opuesta al flujo principal del agua. Esta zona suele ser crucial para comprender el flujo y la distribución del agua en un ecosistema acuático.

2.3.3 Antropogénico

Se refiere a cualquier efecto o acción derivada de actividades humanas que impactan el medio ambiente. Este término se utiliza para describir procesos o fenómenos, como la contaminación, el cambio climático y la alteración de ecosistemas, que resultan directa o indirectamente de la intervención humana. Por ejemplo, la emisión de gases de efecto invernadero por industrias, la deforestación y la construcción de infraestructuras se consideran actividades de origen antropogénico, ya que alteran los sistemas naturales y afectan la biodiversidad y la salud ambiental.

2.3.4 Análisis de Componentes Principales (ACP)

El Análisis de Componentes Principales es una técnica de reducción de dimensionalidad que transforma un conjunto inicial de variables correlacionadas en un conjunto de componentes no correlacionados. Este método busca condensar la información presente en las variables originales, maximizando la varianza explicada por cada componente y facilitando el análisis y visualización de los datos en espacios de menor dimensión, sin perder información clave (Flores et al., 2017).

2.3.5 Análisis de Varianza (ANOVA)

El Análisis de Varianza es una técnica estadística utilizada para evaluar si existen diferencias significativas entre las medias de varios grupos independientes. ANOVA descompone la variabilidad total de los datos en variabilidad entre grupos y dentro de los grupos, permitiendo determinar si al menos una de las medias de los grupos difiere significativamente del resto, bajo el supuesto de normalidad y homogeneidad de varianzas (Flores et al., 2017).

2.4 Efluentes

Según Saavedra (2019) los efluentes son los residuos líquidos resultantes de procesos industriales, agrícolas, domésticos o comerciales que se descargan al medio ambiente, como ríos, lagos o mares. García destaca la importancia de controlar y tratar adecuadamente los efluentes para prevenir la contaminación del agua y proteger la salud humana y el medio ambiente.

Por otro lado, Jaramillo et al., (2020) define los efluentes como cualquier líquido que se vierte o fluye fuera de una fuente específica, como una planta de tratamiento de aguas residuales o una instalación industrial. Pérez enfatiza la necesidad de monitorear y regular la descarga de efluentes para minimizar su impacto negativo en los ecosistemas acuáticos y garantizar la calidad del agua.

Ambos autores concuerdan en que los efluentes son los residuos líquidos que se descargan al medio ambiente. Destacan la importancia de controlar y tratar adecuadamente estos efluentes para prevenir la contaminación del agua y proteger la salud humana y el medio ambiente.

2.4.1 Eutrofización

La eutrofización es el proceso de enriquecimiento de cuerpos de agua con nutrientes, especialmente fósforo y nitrógeno, lo que lleva a un incremento en la producción de biomasa, principalmente de algas y plantas acuáticas, y una subsecuente disminución del oxígeno disuelto en el agua (Rojas & Rojas, 2017).

La eutrofización es una forma de contaminación en la que el exceso de nutrientes en cuerpos de agua provoca un crecimiento acelerado de algas y otros organismos acuáticos, lo cual puede causar eventos de hipoxia (bajos niveles de oxígeno) que afectan negativamente a la biodiversidad y salud del ecosistema (Linhoff & Lunzer, 2021).

2.4.2 Escorrentía

La escorrentía es el flujo de agua que ocurre cuando el exceso de agua de lluvia, derretimiento de nieve u otras fuentes no puede infiltrarse en el suelo y fluye sobre la superficie terrestre hacia ríos, lagos u otros cuerpos de agua (Méndez et al., 2020). También se puede definir este término como el desplazamiento superficial del agua debido a la saturación del suelo o la impermeabilidad de la superficie, proceso que juega un rol significativo en el transporte de sedimentos y contaminantes hacia cuerpos de agua receptores (Espinoza et al., 2022).

2.4.3 Sedimentación

Según Sánchez et al., (2021) la sedimentación se refiere al proceso mediante el cual partículas sólidas, como minerales, sedimentos o materia orgánica en suspensión, se asientan en el fondo de un cuerpo de agua debido a la gravedad. Este proceso es fundamental en la formación de estructuras geológicas y en la dinámica de ecosistemas acuáticos, afectando la claridad del agua y la disponibilidad de hábitats para organismos acuáticos.

2.4.4 Prueba de Kruskal-Wallis

La Prueba de Kruskal-Wallis es un procedimiento estadístico no paramétrico que se utiliza para determinar si existen diferencias significativas entre tres o más grupos independientes en una variable que puede ser ordinal o continua. Esta prueba se emplea como alternativa a la prueba ANOVA cuando no se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas (Gaviria & Márquez, 2020).

El procedimiento implica clasificar todos los datos combinados de menor a mayor, asignar rangos a las observaciones, calcular la suma de los rangos para cada grupo y finalmente, aplicar una fórmula para obtener la estadística de prueba. La hipótesis nula de la Prueba de Kruskal-Wallis establece que las medianas de todos los grupos son iguales, mientras que la hipótesis alternativa sugiere que al menos una mediana difiere de las demás (Flores et al., 2017).

En concreto, si el valor p obtenido es menor que el nivel de significancia predeterminado, se rechaza la hipótesis nula, lo que indica que al menos un grupo difiere significativamente de los otros en términos de la variable en estudio. Si el valor p es mayor que el nivel de significancia, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que no hay diferencias significativas entre los grupos en cuanto a la variable medida.

2.4.5 Pruebas de rangos múltiples de Bonferroni

Las pruebas de rangos múltiples de Bonferroni son técnicas de corrección de significancia utilizadas para realizar múltiples comparaciones entre grupos sin aumentar el riesgo de errores de Tipo I. Esta metodología ajusta el nivel de significancia al dividirlo por el número de comparaciones, garantizando una interpretación más conservadora y fiable en estudios con múltiples pruebas (Gaviria & Márquez, 2020).

2.4.6 Rangos Múltiples

El método de ajuste de rangos múltiples de Bonferroni modifica el nivel de significancia al dividir el nivel de significancia original (por ejemplo, 0.05) por el número de comparaciones

realizadas. Esto disminuye el riesgo general de cometer un error de tipo I. Por ejemplo, si se están realizando tres comparaciones, en lugar de emplear un nivel de significancia de 0.05 para cada prueba individualmente, se ajustaría el nivel de significancia a 0.05 dividido por 3 (el número de comparaciones), lo que resultaría en un nivel de significancia ajustado de aproximadamente 0.017 (Flores et al., 2017).

2.4.7 Statgraphics Centurion 19

Statgraphics Centurion 19 se destaca como un software estadístico completo, ofreciendo una amplia variedad de funciones analíticas, desde la exploración de datos hasta la modelización estadística avanzada. Su interfaz amigable y características potentes posibilitan a los usuarios llevar a cabo análisis estadísticos complejos y crear informes visuales de calidad para una comunicación efectiva de resultados (Rodríguez, 2019).

Es un software de análisis estadístico y visualización de datos que ofrece una amplia gama de herramientas para realizar análisis estadísticos avanzados, crear gráficos de alta calidad y tomar decisiones basadas en datos (Rendón et al., 2016).

Estos conceptos enfatizan la versatilidad y la utilidad de la herramienta en diferentes contextos de aplicación, destacando su potencial para impulsar la toma de decisiones informadas y mejorar la eficiencia en diversas áreas profesionales.

CAPÍTULO III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis General

La descarga de efluentes está contribuyendo significativamente a la contaminación hídrica en el Arroyo La Piragua del Cantón Quevedo, Ecuador.

3.2 Hipótesis Específicas

La percepción ciudadana sobre las características socioambientales del recinto Montoya, cercano al Arroyo La Piragua, influirá en la comprensión del entorno, y se espera que aquellos que perciben un entorno más degradado asocien esta situación con mayores niveles de contaminación hídrica.

Se espera encontrar diferencias significativas en los niveles de parámetros físicos, químicos y biológicos entre las muestras de agua tomadas aguas arriba y aguas abajo del Arroyo La Piragua, lo que indicaría la presencia y el grado de contaminación en el cuerpo hídrico.

Se espera que la implementación de estrategias dirigidas a la comunidad local y a los actores involucrados en la gestión del cuerpo de agua tenga un impacto positivo en la reducción de la contaminación hídrica, reflejado en una mejora en los indicadores de calidad del agua y en la adopción de prácticas más responsables en relación con el uso y conservación del recurso hídrico.

3.3 Identificación de Variables

En el estudio sobre la contaminación hídrica por descarga de efluentes en las aguas del arroyo "La Piragua" del cantón Quevedo, Ecuador. Se presentan a continuación las variables:

Variable dependiente:

Niveles de contaminación del agua

Variable independiente:

Descarga de efluentes en el arroyo "La Piragua" del cantón Quevedo, Ecuador.

3.4 Operacionalización de Variables

Tabla 1. *Matriz de operación de variables*

Objetivo Específico	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Técnicas
Determinar la percepción ciudadana sobre las características socioambientales del recinto Montoya, situado en las proximidades del Arroyo La Piragua, mediante encuestas a las familias y entrevistas con actores clave, con el fin de	Percepción ciudadana sobre las características socioambientales del recinto Montoya	La percepción de las familias del recinto Montoya sobre el estado socioambiental del área cercana al Arroyo La Piragua.	Respuestas de la encuesta sobre la percepción del entorno socioambiental del Arroyo La Piragua, incluyendo aspectos como la calidad del agua, la presencia de contaminación, la biodiversidad, y la percepción del impacto	Socioambiental	Calificación de la calidad del agua (satisfactorio/no satisfactorio) Nivel de preocupación por la contaminación del agua (alto, medio, bajo) Percepción del estado de la biodiversidad en el área (positiva/negativa)	Escala ordinal, categórica	Encuesta Entrevista

Objetivo Específico	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Técnicas
comprender la interacción entre la comunidad y su entorno natural.			humano en el entorno.				
Realizar un análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos aguas abajo y aguas arriba durante la época lluviosa en el arroyo evaluado, para conocer los niveles de contaminación presentes en	Niveles de contaminación presentes en el arroyo Piragua	de La medida cuantitativa de la presencia de contaminantes físico-químicos y biológicos en el agua del arroyo La Piragua, evaluada mediante parámetros como la conductividad eléctrica, la turbidez,	Resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de agua tomadas en diferentes puntos del arroyo.	Física, Química, Biológica	Concentración de contaminantes físico-químicos (conductividad eléctrica, color, temperatura, turbidez, sólidos disueltos totales, pH, oxígeno disuelto, fosfato, nitratos, DBO, cloruro, alcalinidad, dureza, calcio) –	Escala numérica, porcentaje	Análisis de laboratorio

Objetivo Específico	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Técnicas
dicho cuerpo hídrico.		presencia de sólidos disueltos, la concentración de nutrientes (nitratos, fosfatos), y la presencia de microorganismos indicadores de contaminación (coliformes totales y fecales).			Presencia de coliformes totales y fecales		
Proponer estrategias basadas en los efluentes detectados en el arroyo Piragua, dirigidas a la comunidad	Adopción de prácticas responsables en el uso y conservación del recurso hídrico	La implementación de prácticas y acciones dirigidas a promover el uso responsable y la conservación del	Resultados de los talleres de sensibilización y educación ambiental, así como la implementación de planes de	Socioambiental	Sensibilización y educación ambiental Prácticas de conservación del agua en el hogar o la comunidad –	Escala ordinal, categórica	Estrategias mediante casos de estudio

Objetivo Específico	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Técnicas
<p>local y a los actores involucrados en la gestión del recurso hídrico, con el fin de fomentar prácticas sostenibles y responsables para el control de la contaminación, el uso eficiente del agua y la conservación del ecosistema acuático</p>		<p>agua en la comunidad local y entre los actores involucrados en la gestión del cuerpo de agua del Arroyo La Piragua.</p>	<p>acción para el manejo adecuado del recurso hídrico.</p>		<p>Desarrollo e implementación de planes de acción para la gestión sostenible del agua</p>		

Nota. realizado por el autor de la investigación

3.5 Matriz de Consistencia.

Tabla 2. *Matriz de Consistencia.*

Objetivo Específico	Variable Dependiente	Variable Independiente	Método de Medición/Análisis	Estrategia Propuesta	Hipótesis
1. Determinar la percepción ciudadana sobre las características socioambientales del recinto Montoya, situado en las proximidades del Arroyo La Piragua, mediante encuestas a las familias y entrevistas con actores clave, con el fin de comprender la interacción entre la	Percepción ciudadana sobre las características socioambientales del recinto Montoya.	Localización y entorno del recinto Montoya en las proximidades del Arroyo La Piragua.	Encuesta a una muestra de 80 familias del recinto Montoya sobre el estado del arroyo La Piragua y su entorno. Entrevista a actores clave.	Implementación de talleres de sensibilización y educación ambiental en el recinto Montoya.	Hipótesis: Se espera que la percepción negativa de la población sobre el estado del arroyo La Piragua se relacione con un entorno socioambiental degradado y altos niveles de contaminación.

Objetivo Específico	Variable Dependiente	Variable Independiente	Método de Medición/Análisis	Estrategia Propuesta	Hipótesis
comunidad y su entorno natural.					
2. Realizar un análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos aguas abajo y aguas arriba durante la época lluviosa en el arroyo evaluado, para conocer los niveles de contaminación	Niveles de contaminación presentes en el arroyo La Piragua.	Ubicación de las muestras (aguas abajo y aguas arriba) para el análisis de los parámetros físico-químicos y biológicos.	Toma de muestras de agua en diferentes puntos del arroyo La Piragua para el análisis de parámetros físico-químicos y biológicos.	Análisis de laboratorio de las muestras de agua para medir los parámetros físico-químicos y biológicos.	Hipótesis: Se espera que los niveles de contaminación, medidos a través de los parámetros físico-químicos y biológicos, sean más altos aguas abajo que aguas arriba del arroyo La Piragua.

Objetivo Específico	Variable Dependiente	Variable Independiente	Método de Medición/Análisis	Estrategia Propuesta	Hipótesis
presentes en dicho cuerpo hídrico.					
3. Proponer estrategias basadas en los efluentes detectados en el arroyo La Piragua, dirigidas a la comunidad local y a los actores involucrados en la gestión del recurso hídrico, con el fin de fomentar prácticas sostenibles y responsables para el control de la contaminación, el	Adopción de prácticas responsables en el uso y conservación del recurso hídrico.	Implementación de estrategias dirigidas a la comunidad local y actores involucrados en la gestión del cuerpo de agua del Arroyo La Piragua.	Análisis de los resultados de la encuesta y análisis físicos químicos y biológicos para identificar áreas de mejora en la gestión del cuerpo de agua.	Desarrollo y presentación de estrategias basados en casos de estudio.	Hipótesis: Se espera que la implementación de estrategias de sensibilización y educación ambiental contribuya a una mayor adopción de prácticas responsables en el uso y conservación del recurso hídrico.

Objetivo Específico	Variable Dependiente	Variable Independiente	Método de Medición/Análisis	Estrategia Propuesta	Hipótesis
uso eficiente del agua y la conservación del ecosistema acuático					

Nota. realizado por el autor de la investigación

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA

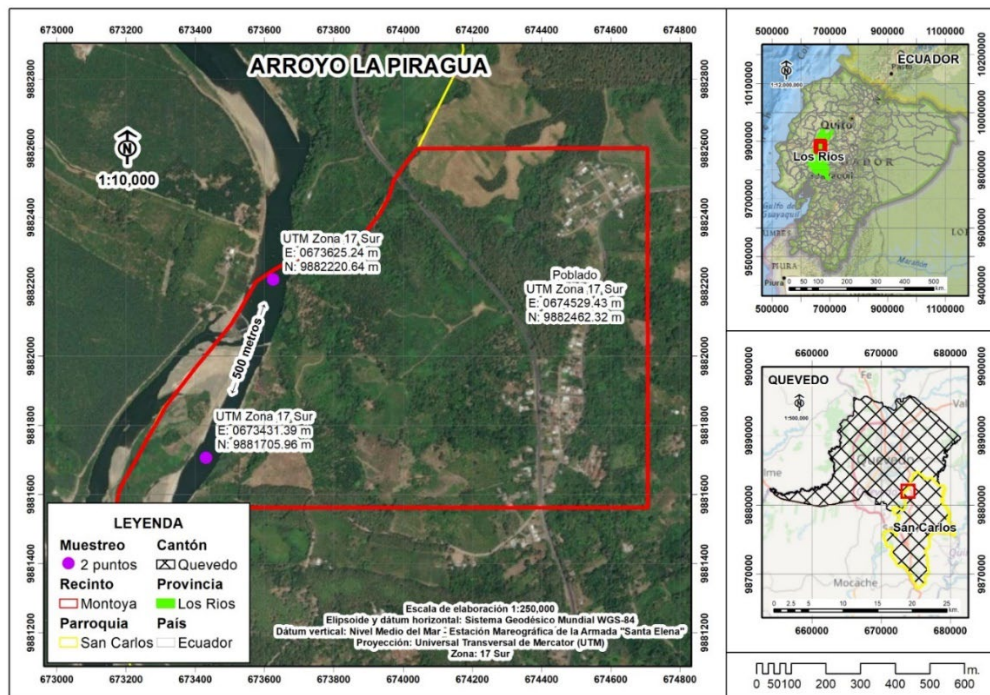
4.1 Ubicación y detalles de la zona de estudio

El arroyo La Piragua, ubicado en la parroquia rural San Carlos del cantón Quevedo, atraviesa la comunidad del recinto Montoya, la cual depende directamente de sus aguas para actividades domésticas, agrícolas y recreativas. Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Quevedo, esta comunidad alberga aproximadamente 100 familias, con una población de alrededor de 250 personas (Senplades, 2020). La comunidad de Montoya se encuentra en las coordenadas UTM Zona 17S, E: 0674529.43 m, N: 9882462.32 m, mientras que la zona evaluada del arroyo La Piragua está localizado en las coordenadas UTM Zona 17S, E: 673596.07 m, N: 9882120.64 m.

Para el análisis de la calidad del agua, se definieron dos puntos de muestreo: uno aguas arriba y otras aguas abajo de una descarga de efluentes, los cuales se describen a continuación

- *El punto de muestreo "aguas arriba"* está ubicado en las coordenadas UTM Zona 17S, E: 673625.24 m, N: 9882220.64 m, aproximadamente a 300 metros antes de una zona de efluentes difusos. Este punto se encuentra en una sección del arroyo cercana a un área de uso recreativo popular entre los habitantes de la comunidad, donde suelen realizarse actividades como la pesca, el baño y la recolección de agua para consumo doméstico, dentro de esta zona también se halla un pequeño puente peatonal comunitario utilizado para atravesar al arroyo, lo cual facilita la recolección de agua para consumo doméstico. La selección de este punto permitió analizar la calidad del agua en su estado natural, sin influencia de contaminantes provenientes de algún efluente proporcionando así una referencia de sus condiciones originales en este tramo del arroyo.
- *Punto de muestreo "aguas abajo"*: El punto de muestreo "aguas abajo" se ubicó en las coordenadas UTM Zona 17S, E: 673431.39 m, N: 9881705.96 m, aproximadamente a 500 metros después de la descarga de efluentes difusos. Esta área del arroyo está rodeada de terrenos agrícolas y algunas viviendas rurales, donde la población realiza actividades como el riego de cultivos y, en menor medida, el uso doméstico del agua del arroyo. La proximidad a estas zonas habitadas y agrícolas convirtió a este punto en una ubicación representativa para estudiar el estado del agua tras su paso por sectores intervenidos, permitiendo observar cualquier variación en sus características a medida que atraviesa un entorno influido por actividades humanas, permitiendo observar posibles cambios en sus características al pasar por un entorno influido por actividades humanas.

Figura 4. Localización geográfica del área de estudio (Arroyo La Piragua-Sector Montoya).



Nota. ArcGIS

4.2 Tipo y Diseño de Investigación

El tipo de investigación empleado en este estudio fue explicativo y cuasi-experimental, se buscó identificar y analizar las causas de la contaminación hídrica por descarga de efluentes en el arroyo "La Piragua" del Cantón Quevedo, Ecuador, así como su impacto en la salud pública y el medio ambiente. Este tipo de investigación se caracteriza por no solo describir fenómenos, sino también por buscar una comprensión profunda de las relaciones causales y su impacto (Rodríguez, 2019). Además de determinar la percepción ciudadana sobre las características socioambientales del recinto Montoya, se realizó un análisis detallado de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua del arroyo, con el objetivo de explicar cómo estos factores influyen en la calidad del agua y las condiciones de vida de la comunidad. Para ello, se implementó un diseño cuasi-experimental, comparando dos puntos de muestreo (aguas arriba y aguas abajo) durante un período de 90 días, lo que permitió observar variaciones en la calidad del agua y sus efectos en la comunidad.

Se llevaron a cabo entrevistas con actores clave, como representantes del GAD parroquial, el centro de salud y la comunidad, para obtener una visión más profunda y detallada de la situación. Asimismo, se diseñaron estrategias específicas para fomentar prácticas responsables en el uso y conservación del recurso hídrico, basadas en el análisis de las causas y efectos detectados.

Estas estrategias fueron diseñadas de manera específica para atender las necesidades de la población del recinto Montoya, y se formularon mediante estudios de caso que permitieron adaptar las soluciones a la realidad de la comunidad. Estas intervenciones se enfocaron en mitigar los efectos negativos de la contaminación y promover la sostenibilidad ambiental a largo plazo, con especial énfasis en la salud pública y la gestión responsable de los recursos hídricos.

En términos del diseño de la investigación, se optó por un enfoque mixto que integró la recopilación y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos. Se emplearon métodos cuantitativos, como la medición de parámetros físicos y químicos del agua, así como encuestas estructuradas para obtener datos numéricos sobre la percepción de la comunidad. Paralelamente, se utilizaron métodos cualitativos, como la observación directa del entorno del arroyo y las entrevistas con actores clave, con el fin de profundizar en la comprensión de las dinámicas socioambientales y culturales del área de estudio. Esta combinación de enfoques permitió explicar de manera más integral los factores que contribuyen a la contaminación del arroyo La Piragua, y facilitó el diseño de estrategias efectivas para mitigar sus efectos en la salud pública y el medio ambiente.

4.3 Unidad de Análisis

A continuación, se presenta la explicación de la unidad de análisis y los procedimientos para cada objetivo específico planteado. Se abordó la percepción ciudadana sobre las características socioambientales del recinto Montoya y el análisis de los parámetros del arroyo La Piragua, tanto aguas arriba como aguas abajo. Además, se detallaron las estrategias para fomentar prácticas responsables en el uso y conservación del recurso hídrico.

4.3.1 Procedimiento para la determinación de la percepción ciudadana sobre las características socioambientales del recinto Montoya

4.3.1.1 Encuesta

Se llevó a cabo una encuesta a las familias del recinto Montoya, situado en las orillas del Arroyo La Piragua, donde se incluyeron cuatro conjuntos de preguntas con un total de 20 ítems. La Tabla 3 ofrece una descripción pormenorizada de estas secciones, diseñadas para explorar diversos aspectos relacionados con la percepción y el conocimiento de la comunidad sobre el arroyo y su utilización como fuente de agua. A continuación, se detallan estos apartados:

Tabla 3. Explicación de los bloques que componen las preguntas aplicadas a las familias del recinto Montoya

Bloques	Nombres	Detalles	# de preguntas
1	Información General	Esta sección se enfocó en recopilar datos básicos sobre las familias encuestadas, como características demográficas, composición del hogar y nivel educativo.	4
2	Estado del Arroyo Piragua	Su objetivo fue indagar sobre la percepción de las familias acerca del estado actual del arroyo La Piragua, abordando aspectos como la claridad del agua, la presencia de sustancias contaminantes y la calidad general del recurso hídrico.	6
3	Efectos del Aprovechamiento del agua del arroyo Piragua	Aquí se exploraron las opiniones de las familias sobre los efectos percibidos del aprovechamiento del agua del arroyo en la salud y el bienestar de la comunidad.	5
4	Atención y cuidados del recurso hídrico	Esta sección buscó examinar las actitudes y acciones de las familias en relación con la protección y conservación del arroyo La Piragua, así como su disposición para participar en iniciativas destinadas a mejorar su estado.	5
Total			20

Nota. Detalles de la encuesta aplicada, diseñada por el autor de la investigación, en base a los requerimientos que se necesitaba conocer, sobre aspectos socioambientales de la comunidad.

La recolección de la información, tuvo una duración de un mes, con el objetivo de obtener una representación significativa de la comunidad. Para asegurar una alta tasa de participación, cada hogar fue visitado personalmente en su área respectiva con la colaboración del líder comunitario. Antes de iniciar las encuestas, se organizó un

conversatorio con la líder de la comunidad para establecer una comunicación efectiva y obtener su apoyo en la difusión de los objetivos de la investigación. Este acercamiento facilitó la comprensión de los propósitos del estudio y promovió un clima de confianza entre los residentes. Las visitas se programaron en horarios accesibles durante los fines de semana, de 10:00 a.m. a 12:00 p.m. y de 2:00 p.m. a 4:00 p.m., para adaptarse a las disponibilidades de los encuestados. La recolección de datos se realizó directamente en el lugar, garantizando la veracidad y calidad de las respuestas proporcionadas.

4.3.1.2 Entrevistas

Para profundizar en los hallazgos de la encuesta, se realizaron entrevistas semiestructuradas a tres actores clave de la comunidad y el sector público. Cada entrevista fue diseñada siguiendo los protocolos de claridad y adecuación de las preguntas establecidos por Bernal (2017), quien sugiere que las preguntas deben ser claras, abiertas y no inducir respuestas para obtener información genuina y detallada. Estas entrevistas permitieron recabar información cualitativa valiosa sobre la situación ambiental del arroyo La Piragua y sus efectos en la salud y bienestar de la comunidad.

Las entrevistas se realizaron con los siguientes actores clave:

1. **Presidenta de la Parroquia San Carlos:** Se entrevistó a la presidenta de la parroquia para obtener información sobre la gestión del GAD parroquial respecto a la calidad del agua del arroyo y los proyectos ambientales implementados. La presidenta solicitó no revelar su nombre, amparándose en la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales del Ecuador, que garantiza el derecho a la protección de datos personales, y por normativas internas del GAD parroquial.
2. **Director del Centro de Salud de San Carlos:** El director del centro de salud proporcionó información sobre las afecciones de salud más comunes en la comunidad, especialmente aquellas relacionadas con el uso del agua del arroyo. Este entrevistado también solicitó la confidencialidad de su nombre bajo la protección de la misma ley y las normativas internas del Ministerio de Salud Pública.
3. **Líder Comunal:** La Sra. Esperanza Chávez Macías, líder comunal del recinto Montoya, brindó detalles sobre las prácticas culturales y el uso del agua del arroyo por parte de la comunidad. A diferencia de los otros entrevistados, la Sra. Chávez Macías permitió que su nombre fuera mencionado en este estudio.

Estas entrevistas se diseñaron para abordar temas específicos relacionados con las competencias de cada entrevistado, como la gestión del agua, la salud pública y las prácticas comunitarias (tabla 4). Las preguntas fueron divididas en tres categorías:

Tabla 4. Resumen de las Entrevistas

Entrevistado	Cargo	Institución	Aspectos Preguntados	Protección de Datos
Presidenta de la Parroquia San Carlos	Presidenta	GAD Parroquial San Carlos	Gestión del agua, proyectos ambientales, percepción sobre la contaminación del arroyo y acciones implementadas.	Ley Orgánica de Protección de Datos Personales del Ecuador, normativas internas del GAD.
Director del Centro de Salud de San Carlos	Director de Salud	Centro de Salud San Carlos	Enfermedades más frecuentes relacionadas con el uso del agua del arroyo, datos históricos de salud pública, impacto en la población vulnerable (niños, ancianos).	Ley Orgánica de Protección de Datos Personales del Ecuador, normativas internas del Ministerio de Salud Pública.
Sra. Esperanza Chávez Macías	Líder Comunal	Comunidad del recinto Montoya	Uso del agua del arroyo en actividades cotidianas, costumbres y tradiciones, percepción sobre la contaminación y su impacto en la vida diaria de la comunidad.	Autorización para mencionar su nombre.

Nota. Detalles de la entrevista aplicada

4.3.2 Procedimientos para la realización de análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos tanto aguas abajo como aguas arriba, así como el régimen de flujo del arroyo en estudio

A continuación, se detallan los procedimientos llevados a cabo para la obtención y análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua en las secciones correspondientes aguas arriba y aguas abajo del arroyo en estudio.

4.3.2.1 Procedimiento análisis físico químicos y biológicos

Para evaluar los indicadores físicos, químicos y biológicos de la calidad del agua del Arroyo La Piragua, se seleccionaron dos puntos de muestreo en el área poblada del recinto Montoya, situada a lo largo de las riberas del arroyo. Siguiendo los lineamientos de García et al. (2018) para el monitoreo de la calidad del agua en arroyos, se ubicaron puntos de muestreo aguas arriba y aguas abajo. Previamente a la recolección de muestras, se realizó una visita preliminar para determinar estos puntos, teniendo en cuenta aspectos como la accesibilidad y representatividad de los mismos.

Durante un período de 90 días consecutivos, correspondientes a los meses de enero a marzo de 2023, se llevó a cabo el muestreo. Este período se seleccionó estratégicamente para abarcar la temporada lluviosa en el litoral ecuatoriano, con el fin de capturar posibles fluctuaciones en la calidad del agua relacionadas con las precipitaciones, según lo señalado por (Larramendi et al, 2021; Melero, 2021).

Para garantizar la integridad y representatividad de las muestras, se siguieron los protocolos establecidos por las normas ecuatorianas INEN 2176:1998, INEN 2226:2000 e INEN 2169:1998. Estas normas abordan el manejo y conservación de muestras, técnicas de muestreo y diseño de programas de muestreo, respectivamente. Las muestras fueron recolectadas in situ a una profundidad de 30 cm, siguiendo procedimientos estandarizados. Posteriormente, se almacenaron en recipientes plásticos previamente esterilizados para evitar la contaminación cruzada. Cada recipiente fue debidamente etiquetado con información detallada sobre la fecha, hora y punto de muestreo correspondiente, permitiendo así un seguimiento adecuado de los datos recopilados.

La tabla 5 proporciona detalles sobre los parámetros de calidad del agua que fueron analizados, especificando el tamaño mínimo de muestra requerido y el método de preservación necesario para cada uno. Además de los parámetros mencionados, también se consideraron dentro del análisis parámetros biológicos como los coliformes totales y fecales.

Tabla 5. Detalles de los parámetros a evaluar

Parámetro	Tamaño mínimo de muestra	Preservación
Conductividad eléctrica	100 ml	Análisis inmediato
Color real	500 ml	Refrigeración
Turbidez	100 ml	Refrigeración
Sólidos Totales	200 ml	Refrigeración
Sólidos disueltos totales	200 ml	Refrigeración
Potencial de hidrogeno	100 ml	Refrigeración
Oxígeno disuelto	100 ml	Refrigeración
Fosfato	100 ml	24 horas
Nitratos	100 ml	48 horas
DBO	100 ml	24 horas
Cloruro	100 ml	24 horas
Sulfato	100 ml	24 horas
Magnesio	100 ml	24 horas
Calcio	100 ml	24 horas

Nota. información obtenida de las siguientes fuentes: (APHA, 2005; OMS, 2017)

Los procedimientos de análisis se llevaron a cabo meticulosamente en el Laboratorio de Suelos y Agua, ubicado en la prestigiosa Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Una vez obtenidos, los datos resultantes de la caracterización del agua se sometieron a un proceso estadístico, empleando diversas técnicas de análisis multivariante para su evaluación integral. Estas técnicas abarcaron desde el análisis de componentes principales hasta el análisis factorial y el análisis de clústeres, que permitieron desglosar y comprender en profundidad la complejidad de los resultados obtenidos (explicado a detalle en el apartado 4.8 sobre análisis estadístico y procesamiento de los datos).

Además de estos análisis, se realizó una comparación exhaustiva de los resultados con las normativas internacionales y nacionales aplicables a las aguas destinadas al consumo humano o uso doméstico, Según lo establecido por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA), la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Tabla 6).

Este enfoque se consideró esencial debido a la ausencia de límites o rangos definidos en la normativa nacional para algunos de los parámetros evaluados, lo que enfatiza la importancia de las directrices internacionales en la evaluación de la calidad del agua.

Tabla 6. Límites máximos permisibles, según el TULSMA, EPA, OMS

Parámetros	Unidad	Límites Permisibles		
		TULSMA	EPA	OMS
Conductividad eléctrica	mS/cm	-	-	-
Color	UPC	100	-	-
Temperatura	°C	-	-	-
Turbidez	NTU	100	100	5
SDT	mg/l	1000	-	-
pH	-	6,9	6,5-8,5	6,5-9,2
Oxígeno disuelto	% Sat.	6,0	-	-
Fosfato	mg/l	-	-	-
Nitratos	mg/l	50	10	50
DBO	mg/l	2,0	-	-
Cloruro	mg/l	250	-	-
Alcalinidad	mg/l	-	-	-
Dureza		500	-	500
Calcio	mg/l	-	-	-

Coliformes totales	NMP/100 ml	3000	-	-
Coliformes fecales	NMP/100 ml	600	-	-

Nota. (Ministerio del Ambiente, 2015; APHA, 2005; OMS, 2017)

4.3.2.2 Metodología para el análisis del régimen de flujo aguas arriba y aguas abajo

El análisis del régimen de flujo en el arroyo La Piragua se realizó entre enero y marzo de 2024, abarcando los tramos aguas arriba y aguas abajo. Los datos de precipitación se obtuvieron de la Estación Experimental Pichilingue, y las mediciones de caudal siguieron los protocolos establecidos por Gupta (2008) en *Hydrology and Water Resources* y Ward y Ward y Trimble (2004) en *Environmental Hydrology*. A continuación, se describe la metodología:

i. **Selección de los Puntos de Medición:** Se eligieron puntos estratégicos aguas arriba, antes de recibir afluentes, y aguas abajo, donde el arroyo recibe descargas adicionales.

ii. **Medición del Caudal:** Se realizaron mediciones quincenales utilizando un molinete hidrométrico para determinar la velocidad del agua, y se calcularon los caudales mediante la fórmula estándar:

$$Q = A \times V \quad Q = A \times V \quad Q = A \times V$$

Donde:

A = es el área transversal del arroyo

V = es la velocidad promedio del agua.

iii. **Registro de Precipitaciones:** Los datos de precipitación proporcionados por la Estación Experimental Pichilingue permitieron correlacionar las lluvias con las variaciones en el caudal.

iv. **Análisis de los Datos:** Se calcularon la media, desviación estándar, y se realizó un análisis de correlación entre el caudal y la precipitación, evaluando las diferencias entre los tramos aguas arriba y aguas abajo.

4.3.3 Procedimiento para el diseño de estrategias destinadas a la comunidad local y a los actores involucrados en el área de estudio.

Se desarrolló una metodología estructurada que comenzó con la creación de una matriz de análisis basada en la información obtenida de los análisis físico-químicos y biológicos del agua del arroyo La Piragua. Esta matriz permitió identificar los posibles efluentes contaminantes presentes en el arroyo. A partir de los efluentes identificados, se

procedió a formular estrategias de mitigación, basadas en estudios de caso previamente documentados para cada tipo de contaminante. Estas estrategias se diseñaron para ser aplicables en el contexto local y dirigidas tanto a la comunidad local como a los actores involucrados en la gestión del recurso hídrico, con el fin de promover un uso responsable y sostenible del agua.

4.4 Población de Estudio

La comunidad del recinto Montoya, situada a lo largo de las riberas del Arroyo La Piragua, está conformada por un total de 100 familias, de acuerdo con la información proporcionada por el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Quevedo (Senplades, 2020). La selección de este grupo como población de estudio se debe a su proximidad al cuerpo hídrico en cuestión y su potencial impacto en la temática de investigación. La comunidad representa una muestra representativa de la población local y, por lo tanto, proporciona una base sólida para el análisis de la contaminación hídrica por descarga de efluentes en el arroyo.

4.5 Tamaño de Muestra

Para determinar el tamaño de la muestra, se empleó la fórmula estándar de población y muestra, la cual fue calculada utilizando Microsoft Excel. El resultado de este cálculo arrojó una muestra representativa de 80 familias, lo que permite obtener una visión representativa de la población del recinto Montoya en el contexto del estudio (Tabla 7).

Tabla 7. Información de población y muestra

Aspectos	Equivalencias/resultados
Error Muestral "E"	5,00%
Tamaño De La Población "N"	100,00
Nivel De Confianza "Z"	95,00%
Puntuación Del Nivel De Confianza	1,96
VARIANZA " Σ "	50,00%
	79,51
Tamaño de la Muestra "N"	80,00

Nota. elaborado por el investigador a partir de la información del universo de población extraído del Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Quevedo.

4.6 Selección de Muestra

La selección de una muestra de 80 familias del recinto Montoya se justifica por la necesidad de capturar una representación adecuada de la población objetivo. Aunque el recinto alberga a 250 personas, es crucial tener en cuenta que este número engloba tanto a

niños como a individuos que podrían tener un conocimiento limitado sobre el tema en estudio. Por consiguiente, se trabajó con las 100 familias que conforman esta comunidad, de acuerdo con los datos proporcionados por el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Quevedo.

4.7 Técnicas de Recolección de Datos

4.7.1 Encuestas estructuradas

Se realizaron encuestas estructuradas de manera in situ, visitando las casas de las familias del recinto Montoya. Estas encuestas permitieron obtener información detallada sobre las percepciones y opiniones de los habitantes respecto al entorno socioambiental en el que viven.

4.7.2 Muestreo de agua

Se tomaron muestras de agua en varios puntos a lo largo del arroyo para evaluar parámetros físicos, químicos y biológicos. Los análisis se llevaron a cabo tanto aguas arriba como aguas abajo del arroyo. Los parámetros evaluados incluyeron Conductividad Eléctrica, Color, Temperatura, Turbidez, Sólidos Disueltos Totales, Potencial de Hidrógeno, Oxígeno Disuelto, Fosfatos, Nitratos, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Cloruros, Alcalinidad, Dureza, Calcio, Coliformes Totales y Coliformes Fecales. Los análisis se llevaron a cabo tanto aguas arriba como aguas abajo del arroyo.

4.7.3 Revisión documental

Se llevó a cabo una revisión de documentos pertinentes, tales como informes gubernamentales, políticas públicas, planes de gestión ambiental y estudios previos sobre la calidad del agua en la zona, con el fin de obtener información adicional que respaldara la elaboración de las estrategias sugeridas. Esta técnica complementó las propuestas de técnicas basadas en los resultados obtenidos de la encuesta y el muestreo, ofreciendo así una base sólida y contextualizada para el desarrollo de estrategias efectivas de gestión del agua.

4.8 Diseño estadístico: análisis e interpretación de la información

Para la tabulación de los datos obtenidos en la encuesta dirigida a las familias del recinto Montoya, se empleó el software Microsoft Excel. Esta herramienta facilitó la organización y el análisis de la información recopilada, permitiendo calcular estadísticas descriptivas, generar gráficos y resumir los resultados de manera efectiva. La encuesta se estructuró en cuatro bloques temáticos, abordando aspectos como la información general de las familias encuestadas y su percepción sobre el estado del Arroyo La Piragua.

Además, se empleó el software Statgraphics Centurion 19 para llevar a cabo un análisis de los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos y biológicos realizados en el Arroyo La Piragua, ubicado en el cantón Quevedo. Para evaluar las condiciones tanto aguas arriba como aguas abajo, se aplicaron diversas técnicas de análisis estadístico multivariado, que incluyeron el Análisis de Componentes Principales (ACP), el Análisis Factorial y el Análisis de Conglomerados. Con el fin de interpretar los datos recolectados, se utilizaron múltiples pruebas estadísticas, como el Análisis de la Varianza (ANOVA), la Prueba de Kruskal-Wallis y Rangos Múltiples. Específicamente, el ANOVA se empleó para contrastar las medias entre más de dos grupos, mientras que la Prueba de Kruskal-Wallis se utilizó en caso de que los supuestos del ANOVA no se cumplieran.

4.8.1 Justificación y explicación métodos estadísticos empleados

La investigación utilizó métodos estadísticos multivariados como el Análisis de Componentes Principales (ACP), Análisis Factorial (AF) y Análisis de Conglomerados (AC), debido a su capacidad para analizar de manera eficaz conjuntos de datos complejos, especialmente cuando las variables miden diferentes aspectos de un fenómeno ambiental, como la calidad del agua. Aunque el tamaño de los conjuntos de datos en este estudio no es necesariamente extenso, estas técnicas permiten extraer la máxima información posible y generar patrones relevantes a partir de los datos disponibles.

El ACP fue utilizado para simplificar la información recolectada sobre las variables fisicoquímicas, identificando los componentes que explican la mayor parte de la variabilidad total. Ayala (2019) resalta que esta técnica es adecuada para datos ambientales porque reduce la dimensionalidad, permitiendo interpretar las influencias principales en la calidad del agua. Por ejemplo, en este estudio, se identificaron componentes que destacaron factores clave como la turbidez y la concentración de oxígeno disuelto.

El AF, por su parte, se empleó para identificar factores latentes que agrupan variables interrelacionadas. Según Flores et al. (2017), esta técnica es útil para analizar la estructura subyacente de un conjunto de datos cuando se busca simplificar la complejidad de las variables. En este caso, el AF permitió clasificar los parámetros del agua en grupos que reflejan las fuentes de contaminación y sus impactos, facilitando la interpretación de los resultados.

Finalmente, el AC se utilizó para clasificar las muestras en grupos homogéneos basados en características comunes, lo que ayuda a segmentar y entender mejor las variaciones de calidad en diferentes tramos del arroyo. Como mencionan Galvani et al. (2021), este método es particularmente valioso para estudios ambientales que requieren

identificar categorías específicas de datos para la toma de decisiones, incluso cuando las muestras son limitadas en número, como en este estudio.

En concreto, el empleo de estos métodos estadísticos multivariados está justificado no solo por la estructura compleja de las variables medidas, sino también por la necesidad de extraer el máximo valor analítico de los datos disponibles, permitiendo generar patrones y clasificaciones que guíen intervenciones efectivas en la gestión de recursos hídricos.

4.9 Recursos

En la Tabla 8 se detallan los recursos humanos, materiales, tecnológicos y software utilizados.

Tabla 8. Recursos humanos, materiales, tecnológicos y software utilizado

Recursos	Descripción
Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> - Investigador principal - Tutor académico - Líder de la comunidad (para acceso y comunicación con las familias)
Recursos Materiales	<p>Campo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipos de muestreo de agua - Botellas y recipientes para recolección de muestras - Material de seguridad (guantes, etc.) - Bolsas isotérmicas para transporte de muestras - Etiquetas impermeables y marcadores permanentes: - Libreta de campo - Botas de campo - Guantes - Ropa impermeable o trajes de protección
	<p>Oficina:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Impresora - Papelería y materiales de escritura
	<p>Laboratorio:</p>

Recursos	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> - Espectrofotómetro - pHímetro - Conductímetro - Turbidímetro - Bomba de vacío y filtro de membrana - Balanzas analíticas - Vidriería de laboratorio (matraces, pipetas, buretas, tubos de ensayo, etc.) - Soluciones estándar - Reactivos químicos - Incubadoras - Agitadores
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Computadora portátil
Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Medidores de parámetros físico-químicos del agua - Dispositivos de muestreo (bombas, sondas, etc.) - Cámara fotográfica
Software	<ul style="list-style-type: none"> - Microsoft Excel
Utilizado	<ul style="list-style-type: none"> - Microsoft Word - STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023) - Software de mapeo geoespacial

Nota. realizado por el autor de la investigación

CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Percepción ciudadana sobre las características socioambientales del recinto Montoya, situado en las proximidades del Arroyo La Piragua

A continuación, se presentan los resultados del análisis sobre la percepción de los residentes del recinto Montoya, ubicado en las proximidades del Arroyo La Piragua, cuyas áreas de influencia se extienden a lo largo de las orillas de este cuerpo de agua. Este análisis buscó comprender las percepciones, preocupaciones y necesidades de la comunidad en relación con su entorno socioambiental y su estrecha relación con el arroyo.

5.1.1 Bloque 1: Información General

A continuación, se presentan los resultados del Bloque 1: Información General, obtenido a partir de las encuestas realizadas a las familias del recinto Montoya.

En cuanto a la composición de género, el 53% de los participantes fueron mujeres y el 48% hombres, lo que garantiza una representación diversa en la muestra y permite incluir las perspectivas de ambos géneros en el análisis. Respecto a la edad, el grupo predominante fue el de 26 a 30 años, mientras que el grupo de 23 a 25 años resultó ser el menos representado, lo cual proporciona un contexto sobre la distribución etaria de los participantes y ayuda a interpretar algunos aspectos de los resultados.

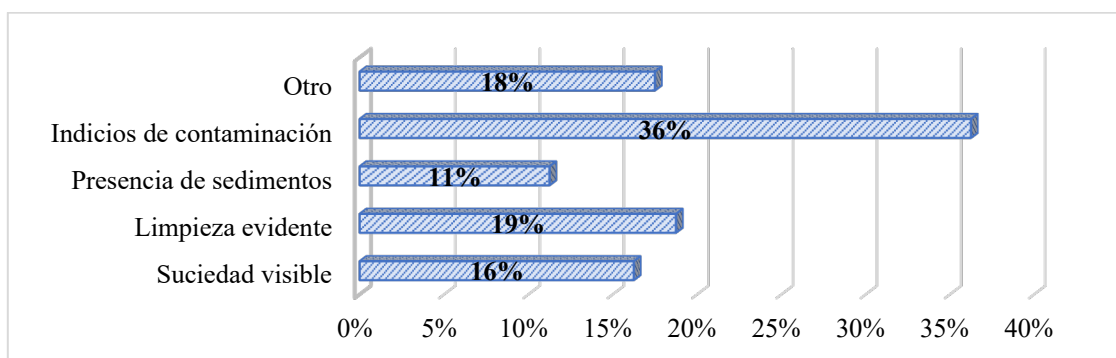
Además, la mayoría de los encuestados (48%) ha residido en el recinto Montoya por más de 3 años, lo que sugiere una presencia estable en la comunidad. Esta estabilidad permite contar con participantes que tienen un conocimiento cercano de las dinámicas del arroyo La Piragua y de las situaciones que afectan su entorno, facilitando una comprensión más amplia de los aspectos socioeconómicos y ambientales vinculados al arroyo.

Respecto, al número de integrantes de las familias del recinto tienden a ser numerosas, con predominio de aquellas compuestas por entre 7 y 10 integrantes. Este aspecto permite comprender cómo el tamaño familiar influye en la demanda de recursos hídricos y servicios, afectando el uso y el estado del arroyo La Piragua, y resulta útil para desarrollar estrategias de gestión que respondan a las características de la comunidad, promoviendo así un uso más sostenible del agua en el recinto Montoya.

5.1.2 Bloque 2: Estado del Arroyo La Piragua

A continuación, se presentan los resultados del Bloque 2, que se centra en el estado del Arroyo La Piragua.

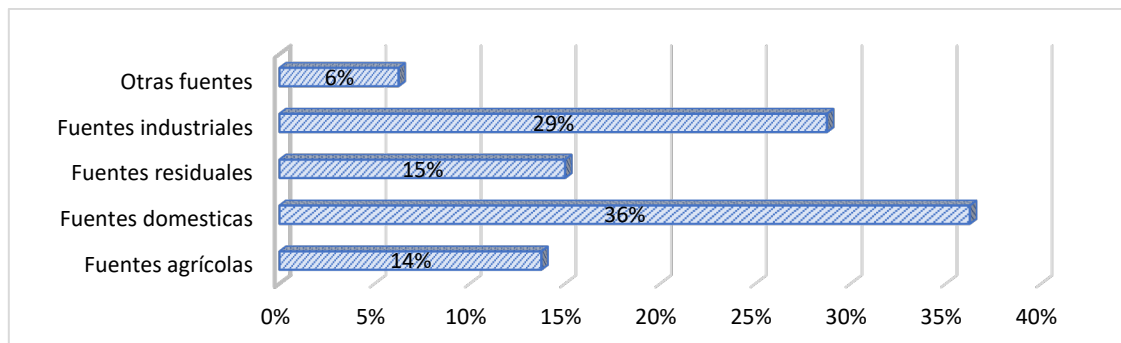
Figura 5. Aspecto físico presenta el Arroyo La Piragua según su observación



Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 5 muestra que el 36% de los encuestados identificaron signos de contaminación en el arroyo La Piragua, como basura o espuma, lo cual refleja una preocupación de la comunidad por el estado del agua. Este dato sugiere la necesidad de intervenciones orientadas a reducir contaminantes y permite considerar la percepción de los habitantes en el diseño de estrategias de gestión y conservación ajustadas a las condiciones locales.

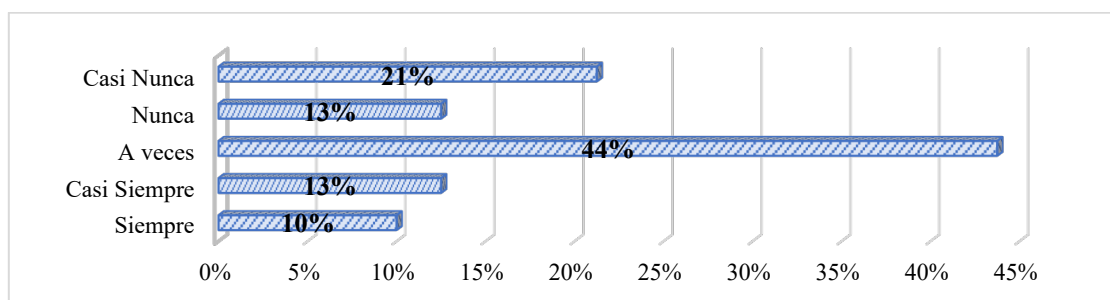
Figura 6. Alternativas que pueden ser una fuente de contaminación del arroyo La Piragua



Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 6 muestra que el 36% de los encuestados identificó las fuentes domésticas como la principal causa de contaminación en el arroyo La Piragua, lo que indica que actividades diarias en los hogares, como la eliminación de desechos y el uso de productos químicos, contribuyen a este problema. Este dato orienta las estrategias hacia la educación y el manejo de residuos domésticos, ayudando a enfocar acciones para mejorar la calidad del agua en el arroyo.

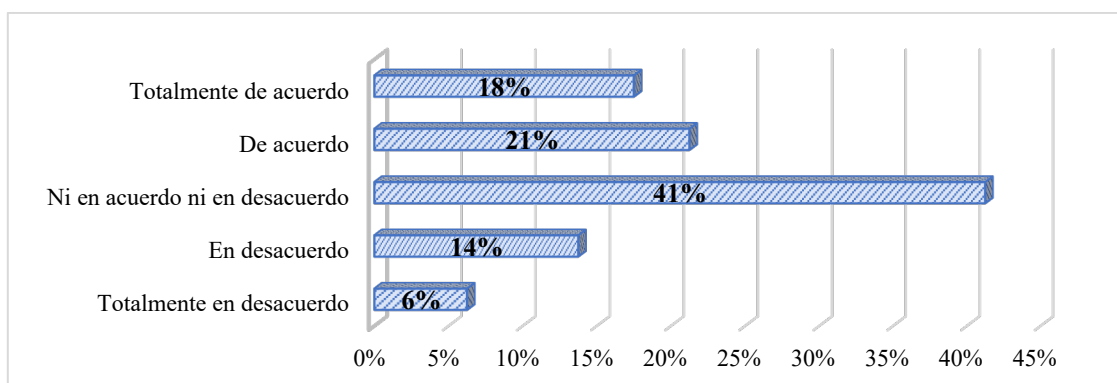
Figura 7. Percepción sobre contaminantes observados en el arroyo La Piragua



Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 7 muestra que el 44% de los encuestados percibe contaminación en la superficie del arroyo La Piragua "a veces". Este dato aporta una visión sobre la frecuencia y variabilidad de la contaminación, ayudando a identificar patrones irregulares en la calidad del agua. Esta información permite orientar estrategias de monitoreo y gestión en momentos y áreas donde la contaminación es más frecuente, favoreciendo intervenciones más efectivas para proteger el arroyo.

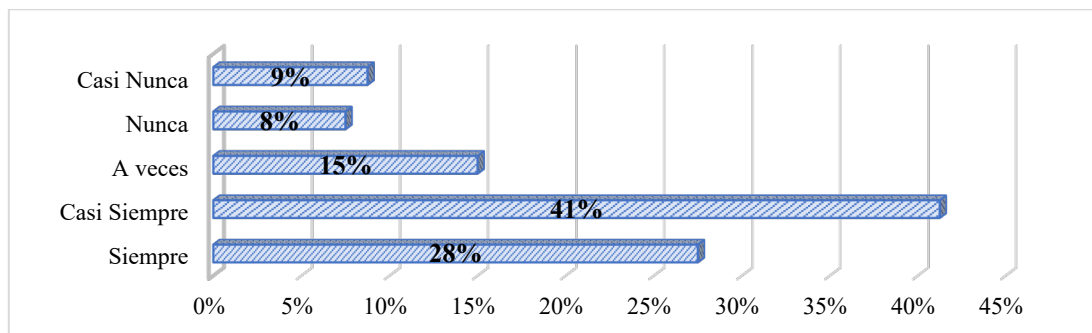
Figura 8. Percepción sobre la presencia de industrias que vierten sus desechos al arroyo



Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 8 muestra que existen diversas percepciones en la comunidad sobre la presencia de industrias que vierten desechos en el arroyo La Piragua, con un 41% de los encuestados en posición neutral. Esto sugiere la necesidad de investigar más a fondo y sensibilizar a la comunidad, ya que la información sobre el impacto industrial parece ser insuficiente o poco difundida, lo cual es clave para desarrollar intervenciones que respondan a las inquietudes de la población.

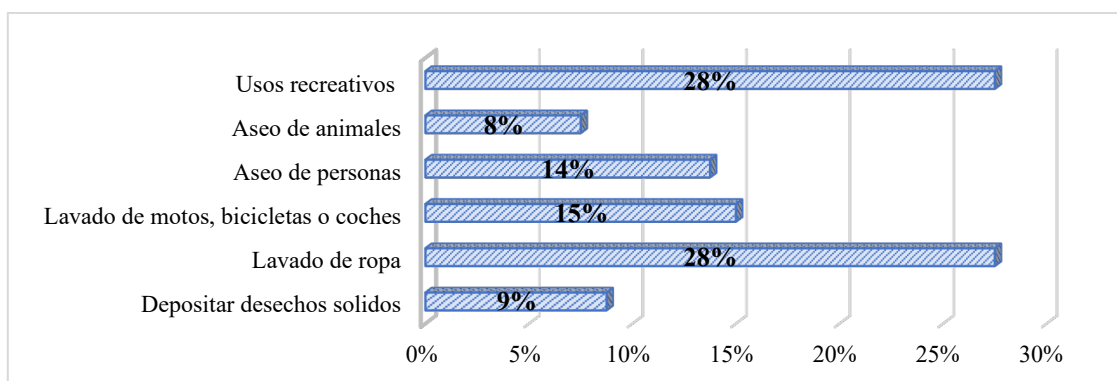
Figura 9. Percepción sobre aguas residuales y domesticas depositadas en el Arroyo La Piragua



Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 9 muestra que muchos encuestados perciben frecuentemente la presencia de aguas residuales en el arroyo La Piragua, con la mayoría indicando que estas se vierten "casi siempre" o "siempre". Este dato resalta la percepción de una contaminación constante, orientando estrategias de control para mejorar la calidad del agua y proteger la salud comunitaria.

Figura 10. Actividades u acciones comunes que se realicen sobre las riberas del arroyo



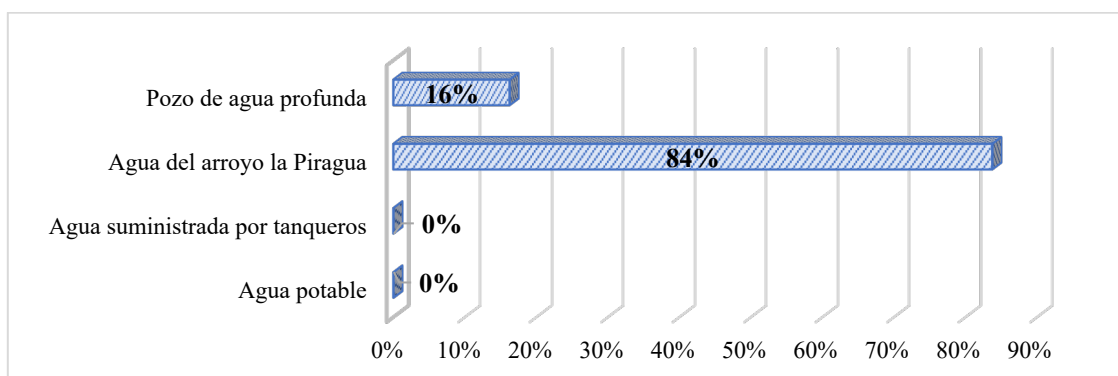
Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 10 muestra que actividades como el lavado de ropa y los usos recreativos en las riberas del arroyo La Piragua son parte de la vida cotidiana de la comunidad. Este dato permite comprender cómo estas prácticas pueden afectar la calidad del agua y el entorno del arroyo. Identificar estas actividades facilita orientar las intervenciones hacia la promoción de prácticas sostenibles que reduzcan el impacto ambiental y contribuyan a la conservación del arroyo.

5.1.3 Bloque 3: Efectos del Aprovechamiento del Agua del Arroyo La Piragua

A continuación, se presentan los resultados del Bloque 3, el cual se centra en examinar las consecuencias asociadas al uso del agua proveniente del Arroyo La Piragua.

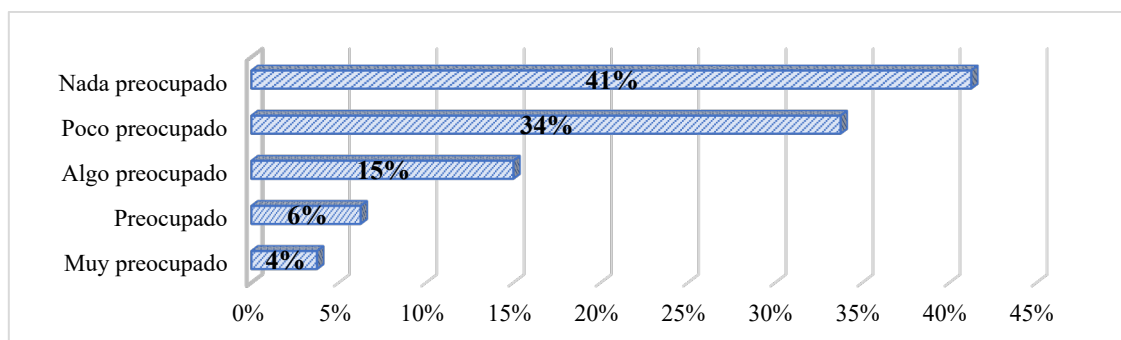
Figura 11. Principal fuente de recursos hídrico



Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 11 muestra que el 84% de los encuestados dependen del arroyo La Piragua como su principal fuente de agua. Este dato resalta la importancia de este recurso para la comunidad y permite considerar implicaciones para su calidad y disponibilidad futura. Además, esta información ayuda a evaluar las necesidades de la población y orientar estrategias de manejo que tomen en cuenta las prácticas locales, promoviendo la protección y el uso adecuado de este recurso.

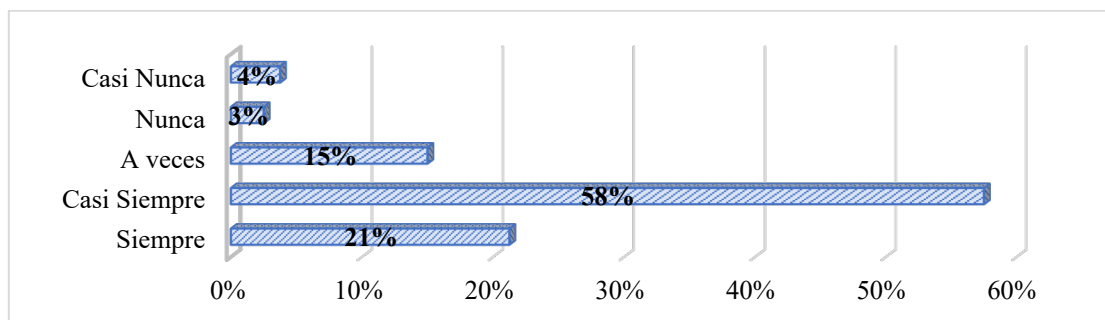
Figura 12. Nivel de preocupación por los efectos del aprovechamiento del agua del Arroyo La Piragua en la salud pública y el medio ambiente



Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 12 muestra que los niveles de preocupación de los encuestados sobre los efectos del uso del agua del arroyo La Piragua en la salud pública y el medio ambiente son variados, con un 41% sin expresar preocupación. Esto sugiere una posible falta de conciencia sobre los riesgos, indicando la necesidad de campañas de sensibilización para fomentar prácticas sostenibles y una mayor participación comunitaria en la gestión del recurso hídrico.

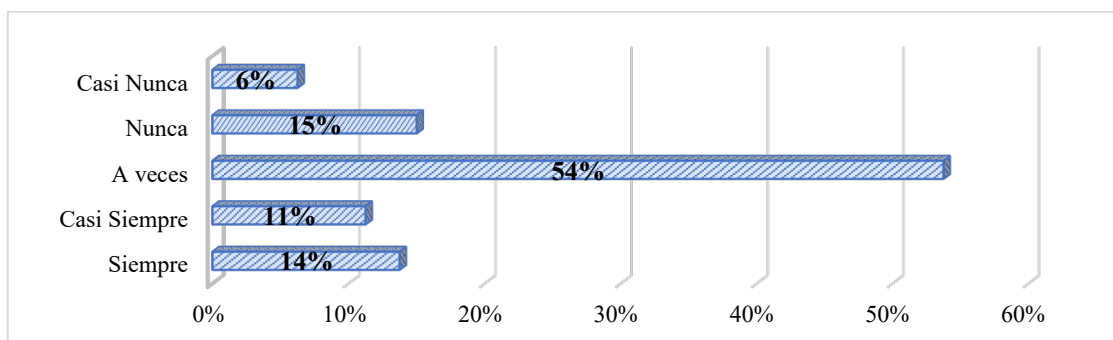
Figura 13. Usos del agua para preparación de alimentos del arroyo La Piragua



Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 13 muestra que el 58% de los encuestados están "casi siempre" preocupados por los efectos del uso del agua del arroyo La Piragua, y un 21% indica estar "siempre" preocupados. Este resultado refleja una preocupación constante en una parte considerable de la comunidad. La utilidad de esta pregunta radica en que permite identificar un alto nivel de conciencia sobre los posibles impactos en la salud y el medio ambiente, ayudando a comprender las percepciones comunitarias y a orientar esfuerzos en sensibilización y gestión que respondan a estas inquietudes.

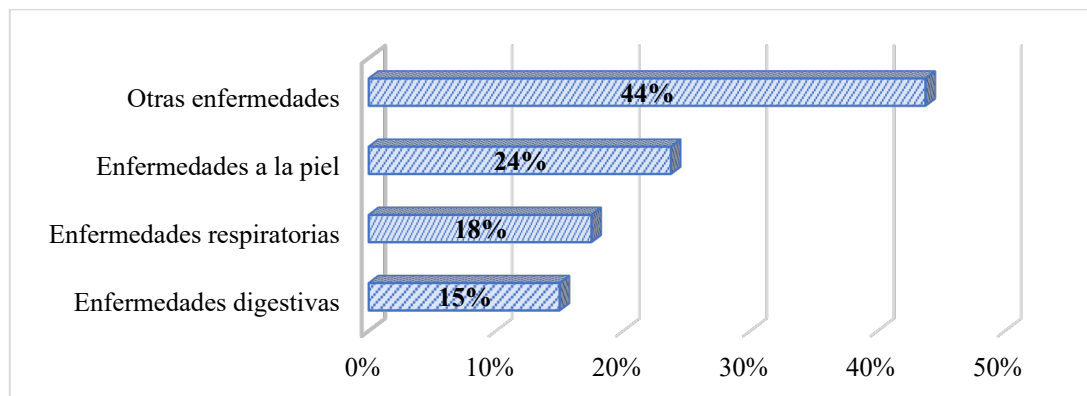
Figura 14. Problemas de salud por el uso del agua del arroyo La Piragua



Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 14 muestra que el 54% de los encuestados ha experimentado problemas de salud "a veces" por el uso del agua del arroyo La Piragua, sugiriendo riesgos ocasionales. Este dato resalta la necesidad de evaluar la calidad del agua y orientar medidas preventivas basadas en las experiencias de la comunidad.

Figura 15. Enfermedades más frecuentes que se hayan presentado en la comunidad que se crea son derivadas del agua consumida



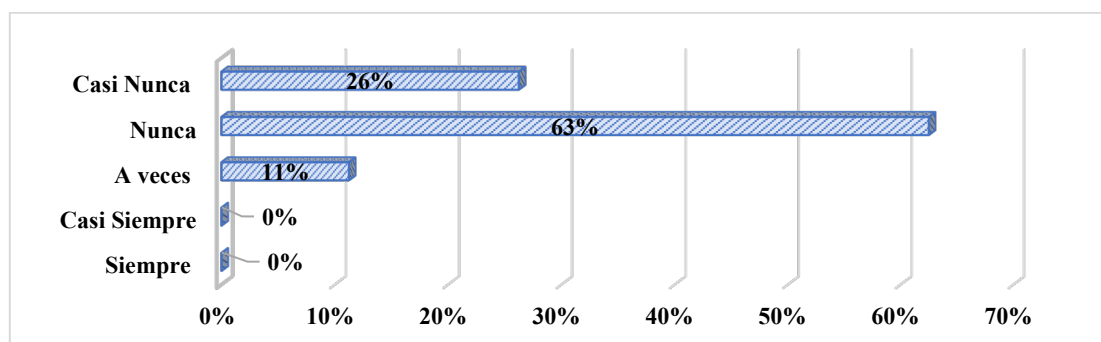
Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 15 muestra que el 24% de los encuestados reportó enfermedades de la piel como las más comunes asociadas al consumo de agua del arroyo La Piragua. Este dato ayuda a identificar posibles vínculos entre la calidad del agua y los problemas de salud en la comunidad. Además, al señalar otras enfermedades percibidas, como las respiratorias y digestivas, se destaca la necesidad de investigaciones adicionales para determinar causas específicas y desarrollar intervenciones que aborden estas preocupaciones de salud pública.

5.1.4 Bloque 4: Atención y cuidados del recurso hídrico

El bloque 4, "Atención y cuidados del recurso hídrico", se centra en estrategias para preservar la calidad del agua en el área estudiada, incluyendo medidas de conservación, monitoreo y participación comunitaria.

Figura 16. Identificando si el Gad Municipal del cantón Quevedo o Ministerio del ambiente ha realizado estudios en el Arroyo La Piragua.

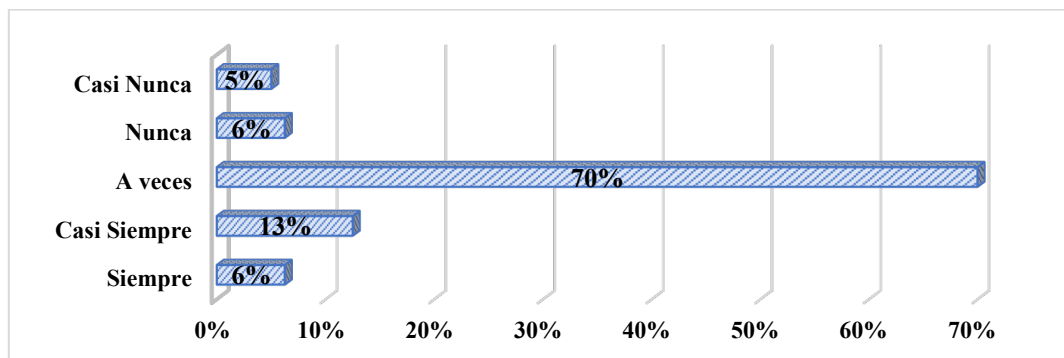


Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 16 muestra que el 63% de los encuestados afirmó que no se han realizado estudios en el arroyo La Piragua por parte del GAD Municipal de Quevedo o el Ministerio del

Ambiente. Esto indica una falta de monitoreo oficial y la necesidad de evaluaciones sistemáticas para gestionar la calidad del agua y proteger la salud de la comunidad.

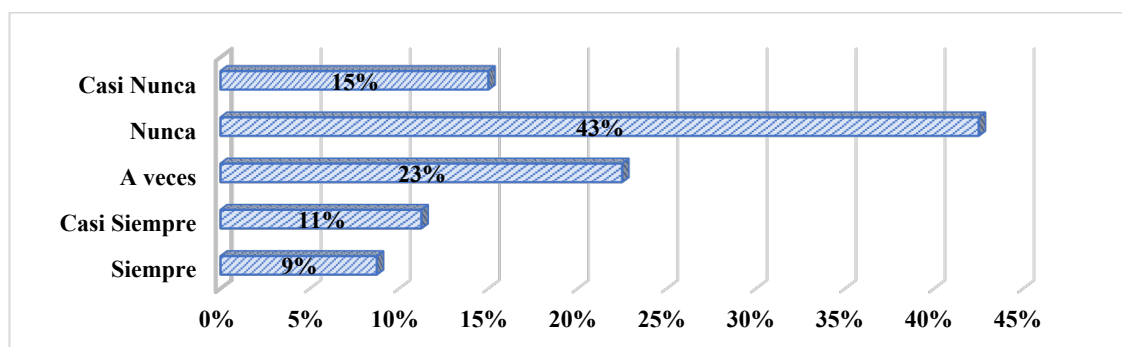
Figura 17. Estudios independientes o estudiantes universitarios han realizado investigaciones dentro del arroyo



Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 17 muestra que, según los encuestados, las investigaciones realizadas por estudios independientes o estudiantes universitarios en el arroyo La Piragua son esporádicas, con un 70% indicando que se realizan "a veces". Esto sugiere que, aunque hay esfuerzos de monitoreo, estos no son constantes ni sistemáticos. Este resultado resalta la necesidad de fortalecer y regular estas iniciativas para obtener datos más precisos y consistentes sobre la calidad del agua.

Figura 18. Se consultó si han capacitado sobre buenas prácticas ambientales sobre las conservaciones del agua del arroyo

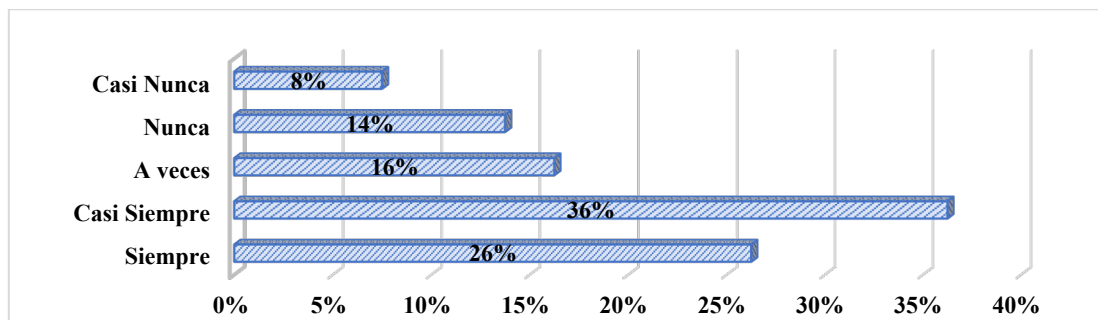


Nota.

Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 18 muestra que el 43% de los encuestados nunca ha recibido capacitación sobre buenas prácticas ambientales para conservar el agua del arroyo, mientras que solo el 9% indicó haber recibido capacitación de manera continua. Estos resultados evidencian una falta de formación en la comunidad, lo cual podría reflejar una baja conciencia en la protección del recurso hídrico.

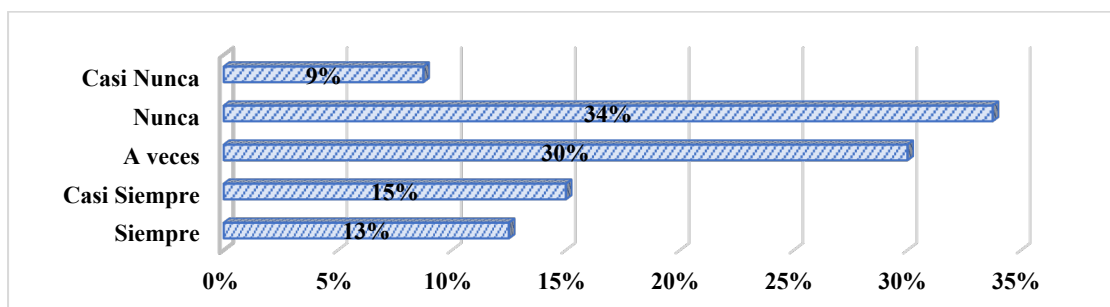
Figura 19. Acciones domésticas u actividades realizadas que han aportado a que se genere algún tipo de contaminación al arroyo



Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 19 muestra que el 36% de los encuestados indicó que "casi siempre" realizan acciones que contribuyen a la contaminación del arroyo, y el 26% afirmó hacerlo "siempre". Esto evidencia una alta frecuencia de prácticas contaminantes en la comunidad, resaltando la necesidad de concientización sobre los impactos de estas actividades en la calidad del agua.

Figura 20. Interrogante sobre si los desechos orgánicos y aguas residuales son depositadas directamente al Arroyo



Nota. Familias encuestadas del recinto Montoya. Elaborado por autor de la investigación.

La figura 20 revela que, aunque el 34% de los encuestados afirmó que nunca se depositan desechos orgánicos y aguas residuales en el arroyo, un 30% indicó que esto ocurre a veces y un 15% casi siempre. Estos resultados destacan la necesidad de mejorar la gestión de residuos y promover prácticas más responsables para prevenir la contaminación del arroyo. Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales y campañas de concientización es crucial para proteger este recurso hídrico.

5.1.5 Entrevistas

Como parte del análisis cualitativo del estudio, se realizaron tres entrevistas a actores clave de la comunidad. La primera entrevista fue con el presidente de la parroquia San Carlos,

quien proporcionó información detallada sobre los proyectos ambientales y de salud pública gestionados por el GAD parroquial (tabla 8). Posteriormente, se entrevistó al director del centro de salud de la parroquia San Carlos, quien compartió datos históricos sobre problemas de salud en la zona y su evolución (tabla 9). Finalmente, se entrevistó al líder comunal, quien ofreció una visión integral sobre la situación social y ambiental del recinto, complementando los datos obtenidos previamente (tabla 10). Estas entrevistas permitieron profundizar en aspectos críticos para la comprensión del contexto comunitario.

Tabla 9. Entrevista a la presidenta del Gad Municipal de la Parroquia San Carlos sobre la Gestión Ambiental y de Salud Pública en el Recinto Montoya

Pregunta	Respuesta
¿Cuáles son los principales problemas ambientales que enfrenta el recinto Montoya, en términos de contaminación del arroyo y la afectación a la salud pública?	Los principales problemas ambientales que enfrenta el recinto Montoya están relacionados con la falta de educación ambiental en la comunidad y la ausencia de programas sólidos para la protección de los recursos naturales. Aunque hemos trabajado en algunas iniciativas, son limitadas y no logran un gran impacto debido a la falta de participación del sector privado y a la lejanía del recinto. Además, la inestabilidad política y la crisis que enfrenta el país han afectado la asignación de recursos para proyectos de ayuda social y ambiental."
¿Qué tipo de acciones ha implementado el GAD parroquial para mejorar la calidad del agua del arroyo La Piragua en el recinto Montoya?	"Desde el GAD parroquial hemos realizado algunas acciones, pero han sido pocas debido a la falta de recursos. Nos basamos en la Ley de Gestión Ambiental del Ecuador (Ley No. 37, Registro Oficial No. 245) para implementar pequeñas campañas de concienciación y limpieza, aunque no hemos contado con suficiente apoyo del sector privado. Hemos tocado sus puertas en varias ocasiones, pero el apoyo ha sido limitado."
¿Existen proyectos actuales o futuros por parte del GAD parroquial que tengan como objetivo reducir la contaminación del arroyo La Piragua?	"Actualmente, no existen proyectos de gran envergadura en curso debido a limitaciones presupuestarias. Sin embargo, hemos solicitado apoyo para desarrollar planes más integrales basados en el Código Orgánico del Ambiente del Ecuador, que podrían implementarse en el futuro."
¿Qué tipo de colaboración ha tenido el GAD parroquial con otras instituciones para mejorar la salud pública y mitigar los impactos ambientales en la comunidad del recinto Montoya?	"Hemos trabajado en colaboración con el Ministerio de Salud Pública para ofrecer brigadas de salud esporádicas y detectar problemas relacionados con el agua contaminada, pero los recursos han sido limitados. En varias ocasiones, los registros de las campañas anteriores han sido bajos debido al poco apoyo de la comunidad, y el acceso al recinto sigue siendo complicado. Incluso cuando se ha logrado que asistan a centros de salud de otras localidades, muchos no acuden por la difícil transportación."

¿Cómo ha afectado el estado del arroyo La Piragua a la salud pública de los habitantes del recinto Montoya en los últimos años?	"El arroyo La Piragua ha sido un foco de problemas de salud pública en los últimos años, especialmente en temporadas de lluvia, donde hemos observado un aumento en enfermedades transmitidas por el agua. Sin embargo, los registros son limitados debido a la falta de participación comunitaria y los problemas de acceso a los centros de salud."
¿Qué medidas educativas se han implementado en la comunidad para promover la limpieza y preservación del arroyo La Piragua?	"Se han realizado pocas campañas de educación ambiental, enfocadas principalmente en la comunidad educativa. Estas campañas están alineadas con lo estipulado en la Ley de Educación Ambiental, pero la falta de recursos y el poco interés del sector privado han limitado su efectividad."
¿Cuáles son las principales fuentes de contaminación del arroyo La Piragua identificadas por el GAD parroquial?	"Las principales fuentes de contaminación del arroyo La Piragua están relacionadas con actividades agrícolas y la disposición inadecuada de residuos por parte de la comunidad. A pesar de nuestros esfuerzos, el nivel de educación ambiental es bajo y no contamos con suficientes recursos para llevar a cabo un control más estricto."
¿Han mejorado las condiciones de vida de los habitantes del recinto Montoya gracias a los proyectos impulsados por el GAD parroquial?	"En términos de percepción ciudadana, no hemos visto mejoras significativas. Aunque algunos pequeños proyectos han generado impacto en ciertos sectores, la falta de continuidad y recursos ha sido un obstáculo. La comunidad sigue esperando mayor apoyo para mejorar su calidad de vida."
¿Cuáles son los principales retos que enfrenta el GAD parroquial para implementar proyectos de infraestructura ambiental en el recinto Montoya?	"Uno de los mayores retos es la lejanía del recinto Montoya, lo que complica el acceso para implementar proyectos de saneamiento y abastecimiento de agua. Además, el financiamiento es un problema constante. A pesar de que existen leyes como la Ley de Recursos Hídricos que respaldan estas iniciativas, el apoyo financiero es limitado."
¿Cómo realiza el GAD parroquial el seguimiento y evaluación de los proyectos ambientales y de salud pública en el recinto Montoya?	"El GAD parroquial lleva un seguimiento limitado de los proyectos debido a la falta de personal y recursos. Realizamos revisiones periódicas basadas en la Ley Orgánica de Participación Ciudadana, pero la capacidad para realizar un monitoreo constante es muy baja, especialmente en áreas rurales como Montoya."

Interpretación y Análisis:

En base a la entrevista realizada el recinto Montoya enfrenta una serie de desafíos ambientales que están profundamente arraigados en la falta de educación ambiental y la limitada implementación de proyectos para mejorar la calidad del agua y proteger la salud pública. La presidenta de la parroquia destaca que, a pesar de los esfuerzos del GAD

parroquial para llevar a cabo algunas campañas de concienciación y limpieza, la falta de recursos y la inestabilidad política del país han afectado significativamente la asignación de fondos necesarios para ejecutar proyectos de mayor envergadura. Además, la lejanía de la comunidad complica la logística, lo que impide una atención regular y adecuada a los problemas locales. Este contexto revela una desconexión entre la necesidad urgente de la comunidad y la capacidad institucional para satisfacer esas demandas, poniendo en riesgo la sostenibilidad ambiental y la salud de los habitantes.

A nivel de participación comunitaria, se observa una gran debilidad. Las respuestas de la presidenta dejan claro que, en muchas ocasiones, las campañas de salud y educación ambiental no tienen el impacto deseado debido al bajo compromiso de la comunidad y la falta de acceso a los centros de salud, lo que agrava las enfermedades relacionadas con el agua contaminada. La presidenta también señala que la comunidad muestra poca disposición a participar activamente en las soluciones, lo que refleja una brecha significativa en la conciencia ambiental. Esto sugiere que los esfuerzos del GAD deben estar acompañados de una estrategia de sensibilización más robusta, que no solo informe, sino que movilice a los habitantes, promoviendo un sentido de responsabilidad compartida sobre el cuidado del entorno.

Finalmente, la falta de apoyo del sector privado y la escasez de proyectos sostenibles también son factores críticos que agravan la situación. Aunque el GAD parroquial ha intentado en varias ocasiones buscar colaboración privada para financiar proyectos de saneamiento y educación, la respuesta ha sido escasa. Esta ausencia de inversión privada limita aún más las posibilidades de mejorar la situación ambiental en Montoya. El análisis pone de relieve la necesidad de una mayor cooperación interinstitucional y un marco de apoyo que incentive al sector privado a involucrarse en la protección de los recursos naturales, asegurando que no solo el Estado, sino también los actores económicos locales, contribuyan a la solución del problema ambiental.

Tabla 10. Entrevista al director del Centro de Salud sobre las Afecciones de Salud Relacionadas con la Calidad del Agua en el Recinto Montoya

Pregunta	Respuesta
¿Cuáles son las principales enfermedades detectadas en la comunidad del recinto Montoya que podrían	"Las principales enfermedades que hemos detectado en la comunidad están relacionadas con infecciones gastrointestinales recurrentes, diarreas agudas y problemas de la piel. Estas afecciones son especialmente frecuentes en niños y ancianos,

estar relacionadas con la calidad del agua del arroyo La Piragua? quienes forman los grupos más vulnerables debido a su sistema inmunológico más débil."

¿Se ha observado un aumento en las enfermedades infecciosas en los últimos años, y cree usted que existe una relación directa con la contaminación del arroyo?

"Sí, en los últimos años hemos observado un incremento en las infecciones gastrointestinales, parasitosis y enfermedades cutáneas. Los registros históricos que revisé antes de esta entrevista confirman que hay una correlación entre las épocas de lluvias, cuando aumenta el flujo del arroyo y el arrastre de contaminantes, y el incremento de estas enfermedades."

¿Qué grupos de la población han sido más afectados por las condiciones del agua y qué características presentan?

"Los más afectados son los niños menores de 5 años y los ancianos, debido a su baja capacidad inmunológica. También hemos visto casos en mujeres embarazadas, quienes son más susceptibles a infecciones, y en personas con condiciones crónicas como diabetes, lo que agrava su vulnerabilidad ante el consumo de agua contaminada."

¿Existen registros históricos de las enfermedades reportadas en la comunidad del recinto Montoya y ha notado algún patrón significativo?

"Sí, según los archivos que reposan en el centro de salud, hemos llevado un seguimiento de los casos registrados en la comunidad durante los últimos cinco años. Los datos históricos revelan que los picos de enfermedades infecciosas coinciden con los periodos de lluvia, lo cual sugiere una relación directa entre la calidad del agua, las condiciones higiénicas de la comunidad y la propagación de estas enfermedades."

¿Considera que el agua contaminada ha sido un factor determinante en la propagación de enfermedades en la comunidad, y cómo se han manejado los casos?

"Definitivamente, el agua contaminada ha sido un factor clave en la propagación de enfermedades. Aunque muchos pacientes presentan síntomas claros de contaminación del agua, un gran número de familias no se realizan las evaluaciones y exámenes correspondientes para verificar una

	relación directa con la enfermedad. Esto dificulta nuestro manejo de los casos."
¿Qué tipo de evaluaciones médicas o exámenes deberían realizarse en la comunidad para detectar posibles afectaciones a la salud derivadas de la calidad del agua?	"Sería ideal realizar análisis coproparasitarios, exámenes de sangre para detectar infecciones bacterianas y virales, y estudios dermatológicos para evaluar las condiciones cutáneas en quienes presentan afecciones visibles. Sin embargo, la baja asistencia a los controles y la falta de recursos limitan la implementación de estas evaluaciones."
¿Ha observado algún tipo de adaptación fisiológica en la población adulta que consuma regularmente el agua del arroyo?	"Hemos notado que algunos adultos mayores de la comunidad parecen haber desarrollado cierta resistencia a las afecciones más comunes. Esto puede deberse a una adaptación inmunológica a la exposición prolongada al agua, lo que no significa que estén completamente libres de riesgos. Sin embargo, es algo que observamos en menor medida en niños y jóvenes, quienes siguen siendo vulnerables."
¿Qué medidas de prevención de enfermedades relacionadas con el agua ha implementado el centro de salud en la comunidad?	"Hemos realizado campañas esporádicas de vacunación y charlas educativas sobre la importancia del tratamiento del agua antes de su consumo. Sin embargo, estas medidas no siempre tienen el impacto deseado debido a la baja asistencia y la falta de recursos para cubrir toda la comunidad."
¿Qué cree que está limitando la participación de las familias en las evaluaciones médicas para identificar posibles enfermedades relacionadas con la calidad del agua?	"Principalmente, la falta de acceso al centro de salud por las dificultades de transporte y la desinformación sobre la importancia de estas evaluaciones. Muchas familias prefieren no acudir hasta que los síntomas son graves, lo que complica el diagnóstico temprano y el tratamiento adecuado."
¿Cree que es necesario implementar un monitoreo más	"Sí, sería fundamental contar con un sistema de monitoreo constante. Esto permitiría detectar los

constante de la salud de la población para detectar casos tempranos de enfermedades relacionadas con el agua? casos en fases tempranas y tomar acciones más rápidas. Sin embargo, el recurso humano y financiero es limitado, lo que dificulta implementar este tipo de controles regulares en una zona tan alejada como Montoya."

Análisis e Interpretación

El análisis de las respuestas del director del centro de salud revela una situación preocupante en cuanto a la relación entre la calidad del agua del arroyo La Piragua y las enfermedades que afectan a la comunidad del recinto Montoya. Los datos históricos revisados indican que las infecciones gastrointestinales y enfermedades cutáneas han aumentado en los últimos años, particularmente durante las épocas de lluvia, lo que sugiere una correlación directa entre la contaminación del agua y los problemas de salud. Esta situación es especialmente grave para los grupos más vulnerables, como los niños, los ancianos y las personas con enfermedades crónicas. La respuesta institucional a estas condiciones es limitada, principalmente debido a la falta de recursos para realizar evaluaciones médicas exhaustivas que verifiquen el origen de las enfermedades en el agua.

A nivel estructural, se observa que la comunidad no está recibiendo la atención médica preventiva que necesita, lo que se ve agravado por la escasa participación de las familias en los exámenes y evaluaciones médicas. Según el director, muchas familias no se realizan las pruebas necesarias para detectar la relación entre la calidad del agua y las enfermedades, lo que dificulta la intervención temprana y adecuada. Este hecho refleja la falta de conciencia y la dificultad para acceder a los centros de salud, debido a problemas de transporte y la lejanía del recinto. En este contexto, las medidas de prevención, como las campañas de vacunación y las charlas educativas, han tenido un impacto limitado. Esto pone de manifiesto una brecha crítica en la atención sanitaria y la necesidad de mejorar la accesibilidad y el seguimiento de los casos en la comunidad.

Por último, el director menciona que algunos adultos han desarrollado una resistencia inmunológica al agua contaminada debido a la exposición prolongada. Sin embargo, esta adaptación fisiológica no se presenta en los grupos más jóvenes, lo que agrava la situación para las nuevas generaciones. El hecho de que no se haya implementado un sistema de monitoreo constante de las condiciones de salud en la comunidad es otro factor preocupante. La falta de recursos humanos y financieros impide un control regular y adecuado, lo que aumenta el riesgo de que las enfermedades relacionadas con la calidad del agua se propaguen sin detección temprana. En este sentido, se requiere una intervención más robusta y sostenida, tanto en términos de recursos como de políticas de salud pública.

Tabla 11. Entrevista a la Líder Comunal sobre el Uso del Arroyo La Piragua y su Impacto en la Comunidad del Recinto Montoya

Pregunta	Respuesta
¿Cómo describe usted el uso del agua del arroyo La Piragua por parte de la comunidad, especialmente para actividades cotidianas como la preparación de alimentos y la higiene personal?	"El agua del arroyo La Piragua es vital para la comunidad. Aunque la mayoría de las familias lo utilizan principalmente para el aseo personal y el lavado de ropa, también se usa en algunas ocasiones para la preparación de alimentos. Sin embargo, somos conscientes de los riesgos y tratamos de hervir el agua antes de utilizarla, aunque no siempre se logra cumplir esta recomendación."
¿Qué actividades tradicionales o culturales relacionadas con el uso del arroyo se siguen practicando en la comunidad?	"Culturalmente, el arroyo ha sido un punto de encuentro y un recurso básico para las actividades diarias de la comunidad. Las familias lo han utilizado durante generaciones para el lavado de ropa, el aseo personal, e incluso como un lugar de recreo. Estas prácticas forman parte de nuestra tradición, pero también han contribuido a la contaminación del arroyo."
¿Qué percepción tiene la comunidad sobre la calidad del agua del arroyo La Piragua y cómo ha cambiado esta percepción en los últimos años?	"La percepción de la comunidad es mixta. Aunque muchos siguen usando el arroyo como su fuente principal de agua, hay una creciente preocupación sobre su calidad, especialmente después de notar más enfermedades relacionadas con su uso. Sin embargo, la falta de alternativas hace que sigamos dependiendo de él."
¿Qué problemas de salud ha observado en la comunidad relacionados con el uso del agua del arroyo y cuáles son los grupos más afectados?	"Hemos visto un aumento en enfermedades gastrointestinales y de la piel, especialmente en los niños y los ancianos. Son los más vulnerables porque sus defensas son más bajas. Aunque algunos adultos parecen haber desarrollado una cierta resistencia, los más jóvenes y los ancianos son quienes más sufren."
¿Existen datos históricos o informes que confirmen estos problemas de salud relacionados con el agua del arroyo?	"Sí, según los archivos que manejamos a nivel comunal y en colaboración con el centro de salud, hemos visto un patrón en los últimos cinco años. Los problemas de salud suelen aumentar durante la época de lluvias, cuando el arroyo se contamina más."
¿Cómo ha afectado la dependencia del arroyo La Piragua a las condiciones sociales de la comunidad?	"La dependencia del arroyo ha creado un vínculo fuerte con nuestra vida cotidiana. Sin embargo, también ha generado problemas de salud y conflictos entre quienes buscan alternativas y quienes no tienen opción. A nivel social, el arroyo es central, pero también es una fuente de riesgo."
¿Qué tan involucrada está la comunidad en proyectos de conservación y mejora del estado del arroyo?	"La participación ha sido limitada. Aunque algunos vecinos han asistido a talleres o charlas, muchos no se sienten motivados a actuar porque piensan que es responsabilidad del gobierno o simplemente no creen que sus acciones individuales puedan hacer una diferencia."

¿Qué papel juegan las costumbres y tradiciones en la resistencia de la comunidad a cambiar el uso que le dan al agua del arroyo?	"Las costumbres juegan un papel importante. Muchas familias, por tradición, siguen usando el arroyo como lo hacían sus padres y abuelos, y cambiar esas costumbres no es fácil. La idea de dejar de usar el arroyo parece lejana para algunos, sobre todo porque no siempre hay alternativas accesibles."
¿Qué alternativas ha considerado la comunidad para reducir su dependencia del arroyo y mejorar las condiciones de vida?	"Algunas familias han empezado a usar pozos de agua profunda, pero son pocos. La mayoría sigue dependiendo del arroyo porque es la fuente más cercana y accesible. Las alternativas están ahí, pero son costosas y no todos pueden permitírselas."
¿Cuál es su perspectiva sobre el futuro del arroyo La Piragua y cómo podría mejorar la situación para las futuras generaciones?	"El futuro del arroyo depende de las acciones que tomemos hoy. Si no se implementan soluciones reales pronto, el arroyo se deteriorará aún más. Necesitamos un esfuerzo conjunto entre la comunidad, las autoridades y el sector privado para garantizar que nuestras futuras generaciones puedan vivir en un entorno saludable."

Análisis e Interpretación

Las respuestas de la líder comunal reflejan la profunda dependencia de la comunidad del recinto Montoya respecto al arroyo La Piragua. Este recurso natural no solo cumple una función práctica, sino que está intrínsecamente ligado a las costumbres y tradiciones de la comunidad. Sin embargo, esta misma dependencia ha generado serios problemas de salud, especialmente en los grupos más vulnerables, como los niños y ancianos, quienes son más propensos a sufrir infecciones gastrointestinales y cutáneas debido al consumo de agua no tratada. La comunidad, a pesar de ser consciente de los riesgos, sigue utilizando el arroyo por la falta de alternativas accesibles, lo que plantea un gran reto en términos de salud pública y manejo de recursos hídricos.

Un aspecto relevante es la resistencia cultural de la comunidad a cambiar sus prácticas de uso del arroyo. Las costumbres transmitidas de generación en generación han creado una barrera para la implementación de nuevas alternativas, como el uso de pozos o la mejora de las prácticas de saneamiento. Este fenómeno refleja la importancia de abordar los problemas ambientales y de salud pública desde una perspectiva cultural, que tenga en cuenta las tradiciones de la comunidad. Sin una estrategia que reconozca y respete estas costumbres, cualquier intento de cambio corre el riesgo de ser ignorado o rechazado, lo que perpetuaría los problemas actuales.

Finalmente, la participación comunitaria en proyectos de conservación y mejora del arroyo ha sido limitada, lo que también refleja una falta de motivación y recursos para impulsar un cambio. A pesar de que algunos vecinos han participado en charlas y talleres, la sensación de que la responsabilidad recae en el gobierno o en terceros ha impedido que la comunidad tome medidas más proactivas. Este análisis destaca la necesidad de un enfoque más

inclusivo y colaborativo que involucre tanto a la comunidad como a las autoridades locales y el sector privado, para garantizar la sostenibilidad del arroyo y la salud de las futuras generaciones. Sin un compromiso real y sostenido, la situación solo puede empeorar con el tiempo.

5.1.6 Discusión de resultados de este apartado

Los resultados de las encuestas realizadas a las familias del recinto Montoya revelan que la mayoría de los encuestados percibe el arroyo La Piragua como una fuente de contaminación, principalmente debido a las actividades domésticas e industriales que afectan la calidad del agua. Este hallazgo coincide con el estudio de Rodríguez (2020), quien también identificó que la principal fuente de contaminación en comunidades rurales de la costa ecuatoriana proviene de prácticas inadecuadas de gestión de residuos y vertidos domésticos. La variabilidad en la percepción de la contaminación sugiere que los eventos de contaminación pueden ser intermitentes, probablemente vinculados a actividades temporales o condiciones climáticas, tal como lo encontró Freire et al. (2021) en su investigación sobre cuencas ribereñas en Ecuador.

En cuanto al impacto en la salud, un número considerable de encuestados reportó haber experimentado problemas de salud relacionados con el uso del agua del arroyo, como infecciones cutáneas, gastrointestinales y respiratorias. Estos resultados coinciden con los estudios de Argáiz (2019), quien encontró una correlación entre el uso de agua contaminada y la prevalencia de enfermedades digestivas en comunidades rurales de América Latina. Asimismo, Molina et al., (2020) encontraron que el uso continuo de fuentes de agua contaminadas estaba directamente relacionado con un aumento en los casos de enfermedades respiratorias, especialmente en épocas de mayor actividad agrícola y pluviosidad.

Adicionalmente, la encuesta mostró una falta significativa de programas de educación ambiental. Los encuestados manifestaron que no reciben formación adecuada sobre cómo proteger el agua del arroyo ni cómo manejar de manera correcta los desechos sólidos y líquidos. Este aspecto es fundamental, ya que la falta de conocimientos en torno a las buenas prácticas ambientales perpetúa los ciclos de contaminación. Tal como lo señalaron González et al., (2022), en su estudio sobre comunidades rurales, la implementación de programas educativos es clave para el cambio de comportamientos y la mejora de la gestión de los recursos hídricos.

A pesar de la creciente preocupación de los habitantes por los efectos negativos del agua contaminada en su salud y el medio ambiente, el compromiso de las autoridades locales para abordar este problema ha sido limitado. Los encuestados perciben una falta de acción

por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) y del Ministerio del Ambiente, lo que coincide con los resultados de Molina et al., (2020), quien identificó una desconexión entre las necesidades locales y las respuestas institucionales en varias comunidades rurales de Ecuador. La ausencia de monitoreos regulares y programas de mitigación refuerza la necesidad de una mayor participación ciudadana y la implementación de políticas públicas orientadas a la protección del agua, como también lo sugiere Rodríguez (2020) en su estudio sobre la gestión de recursos hídricos.

Por su parte, las entrevistas realizadas con actores clave de la comunidad, tales como la presidenta de la parroquia, el director del centro de salud y la líder comunal, complementan y amplían los resultados obtenidos en las encuestas, ofreciendo una visión más detallada de los desafíos relacionados con la calidad del agua y la salud pública. En concordancia con los estudios previos, los entrevistados confirman la dependencia que la comunidad tiene del arroyo La Piragua y los riesgos sanitarios asociados con su uso. La presidenta de la parroquia destacó la falta de recursos y apoyo por parte del sector privado y gubernamental para implementar proyectos de saneamiento ambiental, un problema que coincide con los hallazgos de Jaramillo et al., (2020) sobre la desconexión entre las necesidades locales y la acción gubernamental. Este comentario refuerza la necesidad de involucrar tanto a las autoridades como al sector privado en la solución de los problemas ambientales que afectan a las comunidades rurales.

El director del centro de salud señaló una correlación clara entre el uso del agua del arroyo y el aumento de enfermedades gastrointestinales y cutáneas, especialmente en grupos vulnerables como los niños y ancianos. Esta situación se refleja también en los datos obtenidos en la encuesta, donde los encuestados mencionaron afecciones cutáneas y digestivas como las más comunes. Los estudios de Rodríguez (2020) y Freire et al. (2021) confirman la existencia de una relación directa entre la contaminación del agua y los problemas de salud pública en comunidades rurales ecuatorianas. Además, el director resaltó que, aunque algunos adultos parecen haber desarrollado cierta resistencia inmunológica debido a la exposición prolongada al agua contaminada, esto no es un indicativo de que estén libres de riesgos. Este hallazgo es consistente con la observación de Argáiz (2019), quien encontró que la adaptación fisiológica a condiciones de contaminación no elimina el riesgo de enfermedades a largo plazo.

Por su parte, la líder comunal ofreció una perspectiva cultural y social valiosa, señalando que la dependencia histórica del arroyo está profundamente arraigada en las prácticas tradicionales de la comunidad. Este vínculo cultural, según la líder, ha dificultado la adopción de nuevas alternativas, a pesar de los esfuerzos de concientización ambiental. Esta resistencia al cambio cultural es un factor clave en la perpetuación del problema, como lo

sugieren los estudios de Melero (2021), que subrayan cómo las costumbres tradicionales pueden representar una barrera para la implementación de prácticas más sostenibles en comunidades rurales. No obstante, la líder comunal también destacó la necesidad de encontrar soluciones que respeten estas tradiciones mientras se promueve una mejora en las prácticas de uso del agua, algo que, según Marca et al., (2019), es esencial para lograr un manejo sostenible de los recursos hídricos.

Además, tanto la líder comunal como el director del centro de salud señalaron que la participación comunitaria en los proyectos de conservación del arroyo ha sido limitada. A pesar de algunos esfuerzos por parte del GAD parroquial para educar a la comunidad sobre la importancia de proteger el agua, la falta de motivación y recursos ha impedido una participación más activa. Esto resalta la urgencia de crear programas de educación ambiental que se adapten a las características culturales y sociales de la comunidad, una necesidad también identificada en el estudio de (Zapata, 2014). La capacitación adecuada y la sensibilización ambiental son componentes esenciales para garantizar que la comunidad se involucre en la protección de su entorno y adopte prácticas más sostenibles.

5.2 Análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del Arroyo La Piragua del cantón Quevedo

A continuación, se presenta los resultados del segundo objetivo específico planteado en la investigación.

5.2.1 Características hidrológicas y socioambientales del arroyo La Piragua en la parroquia San Carlos, Cantón Quevedo

El arroyo La Piragua es fundamental para la comunidad del recinto Montoya, ubicada en la parroquia rural San Carlos. Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Quevedo, aproximadamente 100 familias (unas 250 personas) dependen de este arroyo para actividades domésticas, agrícolas y otras necesidades diarias. Localizado entre 30 y 40 metros sobre el nivel del mar, el arroyo recibe aguas de la Microcuenca del río Vinces y es subalimentado por el río Quevedo, lo que influye directamente en su caudal y la calidad del agua.

El clima en la zona, basado en datos de la Estación Experimental Pichilingue, es tropical húmedo, con una precipitación promedio de 2,200 mm anuales y temperaturas que varían entre 25 y 30°C. Estas condiciones climáticas determinan el régimen hidrológico intermitente del arroyo, con caudales altos durante la temporada lluviosa (diciembre hasta mediados de abril) y caudales bajos o incluso secos en la temporada seca (junio a noviembre).

Las dimensiones del arroyo según el PDOT del cantón varían entre un ancho de 5 a 8 metros y una profundidad de 1 a 2 metros durante la temporada lluviosa. En el tramo aguas abajo, el arroyo recibe aportes de afluentes menores y descargas agrícolas que influyen en el caudal y la calidad del agua, incrementando la turbidez durante las lluvias debido al arrastre de sedimentos. Además, el arroyo es susceptible a la erosión en eventos de crecida, dado que su lecho está compuesto principalmente por sedimentos finos (Tabla 12).

Tabla 12. Características del Arroyo La Piragua

Características	Descripción
Ubicación geográfica	Parroquia rural San Carlos, cantón Quevedo, recinto Montoya (coordenadas UTM Zona 17S, E: 623000 m, N: 9884000 m).
Altitud	Entre 30 y 40 metros sobre el nivel del mar, alimentado por la Microcuenca del río Vinces y subalimentado por el río Quevedo
Clima	Tropical húmedo (Estación Experimental Pichilingue): precipitación anual promedio de 2,200 mm, temperaturas entre 25 y 30°C
Régimen hidrológico	Intermitente, con caudales altos en la temporada lluviosa fuertes (diciembre hasta mediados de abril) y reducidos o secos en la temporada seca (a mediados de mayo a noviembre)
Dimensiones (ancho y profundidad)	Ancho promedio de 5 a 8 metros, y una profundidad de entre 1 y 2 metros en la temporada lluviosa
Afluentes y descargas	y Alimentado por afluentes menores y subalimentado por el río Quevedo; descargas agrícolas en el tramo aguas abajo
Calidad del agua	Turbidez aumentada en temporada lluviosa, influenciada por escorrentías agrícolas y arrastre de sedimentos
Erosión y sedimentación	y Susceptible a erosión en eventos de crecida debido a la presencia de sedimentos finos en el lecho del arroyo
Importancia social	Aproximadamente 100 familias (250 personas) en el recinto Montoya dependen del arroyo para actividades domésticas y agrícolas (Senplades, 2020)

Nota: información obtenida del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Quevedo (2020), Estación Experimental Pichilingue, Senplades (2020).

A continuación, se detallan los resultados del análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del Arroyo La Piragua del Cantón Quevedo, ofreciendo una visión detallada del estado ambiental, con las posibles implicaciones para la salud pública y el ecosistema local.

5.2.2 Aguas Arriba

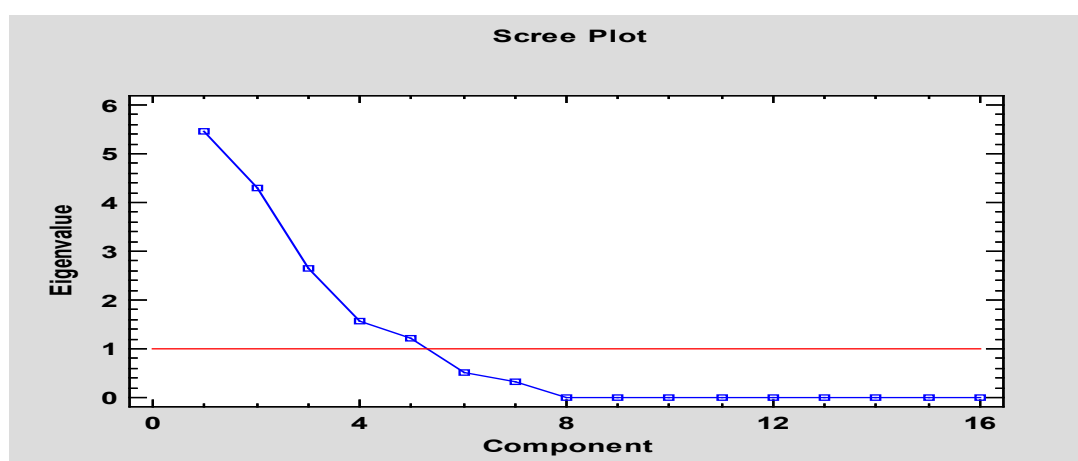
A continuación, se presentan los resultados del análisis de calidad del agua en el tramo aguas arriba del arroyo La Piragua, ubicado en el cantón Quevedo. Este análisis

permite evaluar las características fisicoquímicas del agua en un punto que no ha sido influenciado por afluentes o descargas antropogénicas.

5.2.2.1 Análisis de Componentes Principales (ACP)

El Análisis de Componentes Principales (ACP) permitió reducir las 16 variables fisicoquímicas analizadas en el tramo aguas arriba del arroyo La Piragua a cinco componentes principales, explicando el 94.74% de la variabilidad total. La selección se basó en valores propios mayores o iguales a 1.0, manteniendo la información clave. El Componente 1, que explica el 34.06% de la variabilidad, agrupa las variables más influyentes sobre la calidad del agua, destacando factores críticos como niveles de nutrientes y contaminantes. Los otros componentes (2 a 5) aportan información adicional y permiten una visión global, identificando las interacciones entre variables que afectan la calidad del agua. Estos resultados, visualizados en la Figura 25 y detallados en la Tabla 13, facilitan la interpretación de los principales factores que determinan la contaminación en el arroyo.

Figura 21. Gráfico de sedimentación



Nota. gráficos realizados mediante STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

Tabla 13. Componentes principales con sus valores característicos y porcentaje de variación

Número de Componente	Valor propio	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	5,44964	34,060	34,060
2	4,28567	26,785	60,846
3	2,65333	16,583	77,429
4	1,56138	9,759	87,188
5	1,20869	7,554	94,742
6	0,526854	3,293	98,035

Número de Componente	Valor propio	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
7	0,314437	1,965	100,000
8	5,91711E-16	0,000	100,000
9	3,20341E-16	0,000	100,000
10	2,10428E-16	0,000	100,000
11	7,03147E-17	0,000	100,000
12	1,59182E-17	0,000	100,000
13	-6,71827E-17	0,000	100,000
14	-1,97704E-16	0,000	100,000
15	-4,15936E-16	0,000	100,000
16	-9,34139E-16	0,000	100,000

Nota. Datos procesados y elaborados en: STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

5.2.2.1.1 *Relación de Variables y Componentes Principales*

El Componente Principal 1 (CP1) está influenciado por variables como Fosfatos, Nitratos, Cloruros, Dureza y Calcio. Un aumento en CP1 sugiere una mayor concentración de compuestos nitrogenados y minerales, lo que podría indicar una fuente de contaminación agrícola o urbana que afecta la dureza del agua.

El Componente Principal 2 (CP2), dominado por Turbidez, DBO, Alcalinidad y Coliformes Fecales, refleja la contaminación microbiológica y de materia orgánica, lo que señala la influencia de vertidos residuales en el arroyo. El Componente Principal 3 (CP3) se relaciona con las condiciones de oxigenación (Oxígeno Disuelto) y la carga de sólidos (SDT), vinculando estos factores con la capacidad del arroyo para diluir y procesar contaminantes.

El Componente Principal 4 (CP4), influenciado por el Color y la Temperatura, señala cómo las condiciones físicas, afectadas por la exposición solar y contaminantes orgánicos, pueden impactar la calidad del agua. Finalmente, el Componente Principal 5 (CP5) refleja la relación entre Conductividad Eléctrica y Dureza, indicando la presencia de minerales disueltos, que puede estar relacionada con descargas de aguas residuales o agrícolas. Estos componentes en conjunto ayudan a identificar patrones y fuentes de contaminación en el arroyo, proporcionando una interpretación clara sobre los niveles de contaminación y sus posibles orígenes.

Tabla 14. Ponderaciones de los componentes principales

Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
CE	0,337712	0,169642	-0,0224431	-0,0347488	-0,438262
Color	-0,0940942	-0,253479	-0,17437	0,598297	-0,10912
Temp	-0,125899	-0,0376299	0,4456	0,455516	-0,167372
Turb	0,0317958	0,464738	0,0427608	0,127425	0,175153
SDT	0,168797	-0,136438	0,522895	0,0701263	-0,0789169
pH	0,283481	0,286876	-0,128939	0,145106	0,318216
OD	0,134657	0,0503965	0,535003	-0,108922	-0,0539183
Fos	-0,379824	0,15287	0,115927	0,143717	-0,00189366
Nit	0,387083	-0,0714949	0,0163835	-0,0366975	-0,248871
DBO	0,162127	-0,372092	-0,2188	0,101485	0,193705
Clor	-0,398818	0,00230971	-0,00265939	-0,229891	0,144402
Alcalin	-0,0619665	-0,381295	0,110479	0,146341	0,34858
Dureza	0,351948	0,130652	0,0794015	-0,0462563	0,422497
Ca	0,337355	-0,101196	-0,0858457	0,331303	0,135227
Col-Tot	-0,054531	0,314982	-0,291014	0,28572	-0,32858
Col-Fec	-0,0965323	0,38376	0,14239	0,281357	0,283467

Nota. Datos procesados y elaborados en: STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023).

5.2.2.2 Análisis Factorial (AF)

El Análisis Factorial (AF) identificó cinco factores principales que explican la variabilidad en las variables de calidad del agua del arroyo La Piragua, proporcionando una interpretación clara de los niveles de contaminación.

El Factor 1, relacionado con Conductividad Eléctrica, pH, Nitratos, Dureza y Calcio, sugiere una carga iónica y mineral que puede estar vinculada a descargas residuales o agrícolas. El Factor 2, dominado por Turbidez y Coliformes Fecales, refleja contaminación microbiológica, relevante para evaluar la calidad sanitaria del agua. El Factor 3, influenciado por Temperatura, Sólidos Disueltos Totales y Oxígeno Disuelto, muestra las condiciones de oxigenación, esenciales para el equilibrio ecológico. El Factor 4, relacionado con Alcalinidad, indica la capacidad amortiguadora del agua frente a cambios de pH. Por último, el Factor 5, dominado por el Color, sugiere posibles contaminantes orgánicos que afectan la apariencia del agua. Estos factores, detallados en la Tabla 15, permiten comprender cómo las diferentes

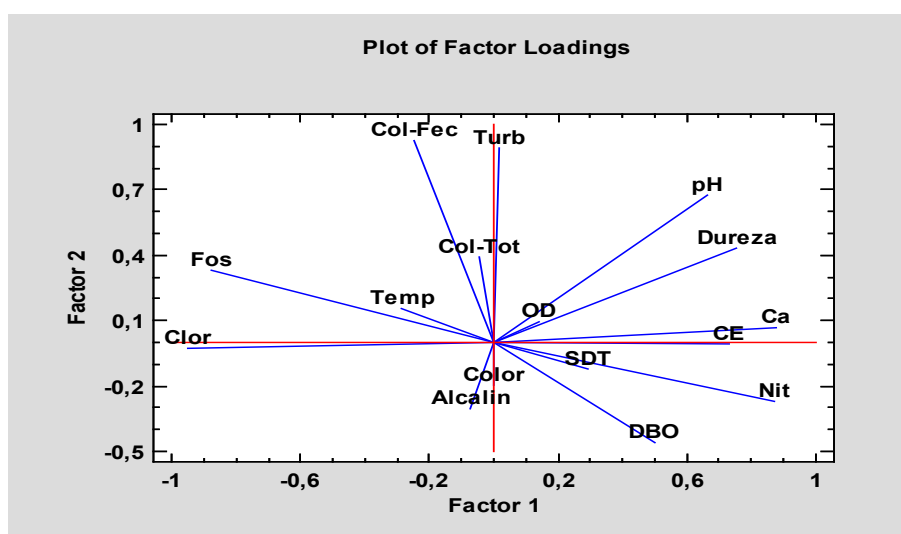
dimensiones del agua se vinculan con la contaminación, facilitando estrategias de gestión más precisas.

Tabla 15. Matriz de carga factorial tras la rotación Varimax

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
CE	0,730983	-0,00552841	0,13092	-0,625384	-0,193992
Color	0,000732275	-0,194185	-0,139532	0,196534	0,939032
Temp	-0,288062	0,157202	0,777999	0,0198952	0,513572
Turb	0,0188454	0,893704	-0,0142238	-0,394483	-0,208657
SDT	0,291192	-0,122614	0,914018	0,196733	-0,0420614
pH	0,663663	0,673088	-0,215406	-0,11331	-0,19311
OD	0,142192	0,0964037	0,860844	-0,00575723	-0,34727
Fos	-0,880103	0,330706	0,0748143	-0,123085	0,222635
Nit	0,872711	-0,267574	0,197154	-0,164203	-0,13064
DBO	0,50312	-0,461932	-0,269184	0,559403	0,270484
Clor	-0,952036	-0,0281878	-0,187064	0,151527	-0,0971562
Alcalin	-0,07114	-0,303209	0,154523	0,799803	0,310052
Dureza	0,751177	0,434048	0,0976448	0,200601	-0,426119
Ca	0,875391	0,0654857	-0,00243838	0,202734	0,255802
Col-Tot	-0,0422193	0,390218	-0,39469	-0,719068	0,311738
Col-Fec	-0,247855	0,924103	0,116856	-0,164119	0,021691

Nota. Datos procesados y elaborados en: STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

Figura 22. Diagrama de cargas factoriales



Nota. gráficos realizados mediante STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

5.2.2.3 Análisis de Comunalidades y Variación Específica

La Tabla 16 presenta las comunalidades y la varianza específica de cada variable, proporcionando una evaluación detallada de cuánta varianza es explicada y cuánta queda sin explicar por los factores. En el análisis factorial, las comunalidades indican la proporción de la varianza total de cada variable que los factores capturan, mientras que la varianza específica muestra la porción restante que no es explicada. Estos valores son clave para interpretar cómo los factores reflejan los niveles de contaminación y la calidad del agua en el arroyo. El Factor 1 explica en mayor medida las variables Conductividad Eléctrica (CE), pH, Dureza y Calcio, lo que sugiere que este factor captura las condiciones iónicas y de dureza, que son indicativas de fuentes de contaminación mineral o química. El Factor 2, asociado con Turbidez, resalta la influencia de contaminantes que afectan la calidad visual y física del agua, como materia orgánica o sedimentos. El Factor 3 está mejor relacionado con el Oxígeno Disuelto (OD), reflejando las condiciones de oxigenación esenciales para evaluar la salud ecológica y la capacidad del arroyo para diluir contaminantes. Finalmente, el Factor 4, vinculado a la Alcalinidad, sugiere su influencia en la resistencia del agua a cambios de pH, lo cual es relevante para identificar su respuesta a la contaminación ácida o alcalina.

Tabla 16. Matriz de comunalidades y variación específica

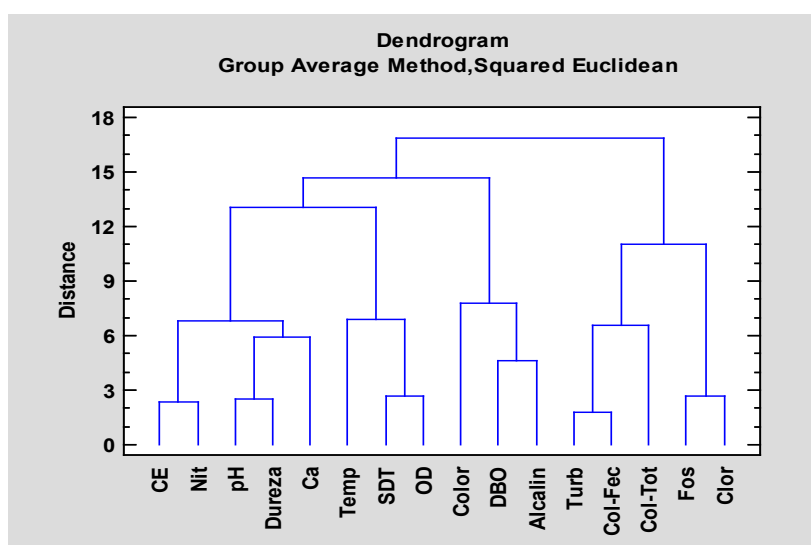
Variable	Comunalidad Estimada	Varianza Específica
CE	0,980245	0,0197548
Color	0,977585	0,022415
Temp	0,977126	0,022874
Turb	0,998419	0,00158056
SDT	0,975729	0,024271
pH	0,990027	0,00997342
OD	0,891194	0,108806
Fos	0,954262	0,0457379
Nit	0,916119	0,0838806
DBO	0,925064	0,0749358
Clor	0,97456	0,0254402
Alcalin	0,856691	0,143309
Dureza	0,984016	0,0159835
Ca	0,877139	0,122861
Col-Tot	0,924072	0,0759277
Col-Fec	0,95646	0,0435403

Nota. Datos procesados y elaborados en: STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

5.2.2.4 Análisis de Conglomerados (AC)

El Análisis de Conglomerados (AC) identifica agrupaciones clave entre las variables de calidad del agua, reflejando niveles específicos de contaminación en el arroyo La Piragua. Se observó que el pH, Dureza y Calcio se agrupan, indicando que la presencia de calcio afecta tanto la dureza como la estabilidad del pH del agua, lo cual es relevante para evaluar su capacidad de resistir contaminantes. La Conductividad Eléctrica se relaciona con Nitratos, lo que sugiere que estos iones contribuyen significativamente a la carga iónica del agua, reflejando una fuente potencial de contaminación agrícola o urbana. Asimismo, los Sólidos Disueltos Totales (SDT) y el Oxígeno Disuelto (OD) están influenciados por la Temperatura, destacando el impacto térmico en la oxigenación y concentración de sólidos, lo cual es crucial para evaluar la calidad ecológica. Por último, la Turbidez se correlaciona con Coliformes Fecales y Totales, señalando que la contaminación microbiológica afecta directamente la claridad del agua. La Figura 23 visualiza estas agrupaciones, mostrando cómo se relacionan con los niveles de contaminación en el arroyo, facilitando la interpretación de los resultados.

Figura 23. Dendrograma por el método de Euclidean Cuadrada (promedio del grupo)



Nota. gráficos realizados mediante STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

5.2.2.5 Régimen de flujo aguas arriba

Durante el estudio del arroyo La Piragua, se realizaron mediciones del caudal tanto aguas arriba como aguas abajo durante el período comprendido entre enero y marzo, coincidiendo con la temporada lluviosa de la región Costa de Ecuador. A continuación, se presentan los resultados detallados de ambos puntos de medición (Tabla 17).

Tabla 17. Caudal Aguas Arriba del Arroyo La Piragua (enero - marzo)

Fecha	Caudal Aguas Arriba (m³/s)	Precipitación (mm)
Enero 1	40	80
Enero 15	45	100
Enero 30	48	120
Febrero 15	55	140
Febrero 28	52	130
Marzo 1	48	110
Marzo 15	42	90
Marzo 30	38	70

Como se observa en la Tabla 17, el caudal aguas arriba comenzó en 40 m³/s el 1 de enero y alcanzó su valor máximo de 55 m³/s el 15 de febrero, coincidiendo con las mayores precipitaciones de la temporada (140 mm). A partir de ese punto, el caudal disminuyó de manera progresiva, registrando 38 m³/s hacia finales de marzo, cuando las precipitaciones también comenzaron a disminuir (70 mm). Este comportamiento del flujo aguas arriba refleja la relación directa entre las precipitaciones y el caudal del arroyo en este tramo, sin la influencia de afluentes adicionales o descargas humanas. Las mediciones realizadas en este punto muestran una respuesta clara a los eventos de lluvia, con un incremento constante durante los períodos de lluvia intensa y una disminución gradual al acercarse la transición hacia la temporada seca.

5.2.3 Aguas Abajo

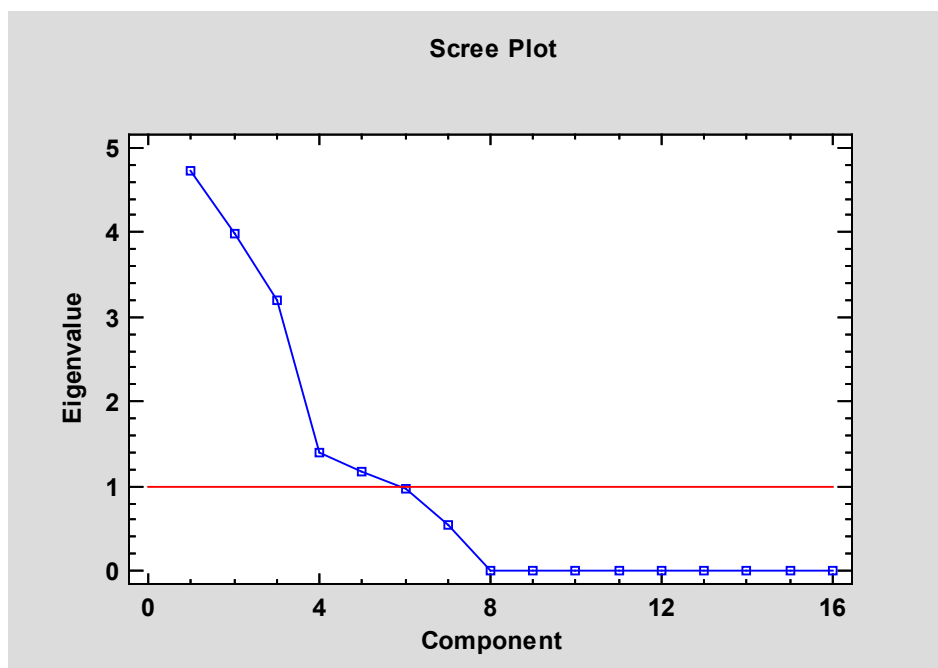
A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las muestras de agua tomadas aguas abajo del arroyo La Piragua.

5.2.3.1 Análisis de Componentes Principales (ACP)

El Análisis de Componentes Principales (ACP) se aplicó para reducir la dimensionalidad de las 16 variables fisicoquímicas, conservando la mayor parte de la variabilidad de los datos. Se extrajeron cinco componentes principales, seleccionados por tener valores propios mayores o iguales a 1.0, que explican el 90.49% de la variación total. En la gráfica de sedimentación (Figura 24), estos componentes superan el umbral de corte

marcado por la línea roja, mostrando su relevancia en la explicación de la calidad del agua y los niveles de contaminación observados.

Figura 24. Gráfico de sedimentación aguas abajo



Nota. gráficos realizados mediante STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

La Tabla 18 muestra los eigenvalues y los porcentajes de varianza explicados por cada componente, así como el porcentaje acumulado. El Componente 1, que explica el 29.48% de la variabilidad, es el más relevante, indicando que las variables en este componente son las más influyentes en la calidad del agua aguas abajo. El Componente 2 añade un 24.97%, y el Componente 3 contribuye con un 20.00%, acumulando el 74.45% de la variabilidad total explicada por estos tres componentes. Los componentes 4 y 5 completan el 90.50%. Los componentes adicionales tienen eigenvalues cercanos a cero, aportando información insignificante sobre la calidad del agua.

Tabla 18. Componentes principales con sus eigenvalues y porcentaje de variación

Número de Componente	Valor propio	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	4,71631	29,477	29,477
2	3,99523	24,970	54,447
3	3,20085	20,005	74,452
4	1,39815	8,738	83,191
5	1,16877	7,305	90,496
6	0,976418	6,103	96,598
7	0,54427	3,402	100,000

Número de Componente	Valor propio	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
8	5,91235E-16	0,000	100,000
9	5,48491E-16	0,000	100,000
10	4,20429E-16	0,000	100,000
11	2,54518E-16	0,000	100,000
12	8,59615E-17	0,000	100,000
13	-1,25378E-16	0,000	100,000
14	-1,89098E-16	0,000	100,000
15	-3,91501E-16	0,000	100,000
16	-4,6324E-16	0,000	100,000

Nota. Datos procesados y elaborados en: STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

5.2.3.1.1 Ponderaciones de los Componentes Principales Aguas Abajo

La Tabla 19 presenta las ponderaciones de los componentes principales para cada variable. El Componente Principal 1 (CP1) está influenciado por Oxígeno Disuelto (OD), Fosfatos, Cloruros y Coliformes Fecales, todas con cargas positivas, indicando que estas variables aumentan con el CP1, mientras que los Nitratos, con carga negativa, disminuyen. Esto sugiere que el CP1 está asociado con la calidad del agua en términos de oxigenación y presencia de microorganismos y nutrientes.

El Componente Principal 2 (CP2) se caracteriza por Conductividad Eléctrica (CE), Color, Turbidez, Alcalinidad y Dureza. Las cargas positivas de Color, Turbidez y Alcalinidad indican que aumentan con CP2, mientras que CE y Dureza, con cargas negativas, disminuyen. Este componente representa la claridad y composición química del agua.

El Componente Principal 3 (CP3) está influenciado por Temperatura y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), reflejando las condiciones térmicas y biológicas del agua. A medida que el CP3 aumenta, también lo hacen estas variables, mostrando el efecto de la temperatura en los niveles de DBO.

Además, el Componente Principal 4 (CP4) agrupa Turbidez y Calcio, sugiriendo que la variación en turbidez se asocia con los niveles de calcio. Finalmente, el Componente Principal 5 (CP5) está influenciado principalmente por el pH, reflejando la capacidad del agua para mantener un equilibrio ácido-base.

Tabla 19. Ponderaciones de los componentes principales aguas abajo

Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
CE	0,212699	-0,375856	-0,170466	0,00686538	0,0637614
Color	-0,190674	0,328725	-0,181032	0,257546	-0,264763
Temp	0,0315655	0,157985	0,496543	-0,0322006	-0,160187
Turb	0,0571746	0,360922	0,189991	0,481939	-0,0462096
SDT	0,126445	-0,0901629	0,155526	0,255902	-0,613499
pH	-0,248884	0,108413	0,312236	0,0184043	0,482518
OD	0,409078	-0,137562	-0,0848506	0,229101	0,00287293
Fos	0,404375	0,165768	-0,0531909	-0,11461	0,158059
Nit	-0,358715	-0,211323	0,0199517	0,301375	0,235088
DBO	-0,0233314	-0,000267167	0,475873	-0,331123	-0,0984797
Clor	0,351362	0,250402	-0,129383	0,155017	0,110766
Alcalin	0,144446	0,367397	0,171942	-0,28187	0,0438065
Dureza	0,274633	-0,347042	0,12759	-0,162664	0,0346613
Ca	0,0420757	-0,254119	0,320839	0,465755	0,245781
Col-Tot	0,18057	-0,23355	0,360055	0,0722359	-0,121068
Col-Fec	0,349288	0,217404	0,0423625	0,127744	0,32928

Nota. Datos procesados y elaborados en: STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

5.2.3.2 Análisis Factorial (AF)

El Análisis de Carga Factorial con rotación Varimax permite identificar las variables que tienen mayor peso en cada factor, facilitando así la interpretación de cómo se refleja la contaminación en el arroyo. La Tabla 20 muestra las cargas factoriales tras la rotación.

En el Factor 1, las variables con mayor carga son Fosfatos, Cloruros y Coliformes Fecales, lo que indica que este factor captura la contaminación microbiológica y la presencia de nutrientes disueltos, que son cruciales para evaluar los niveles de contaminación en el agua. El Factor 2 está dominado por la Dureza, sugiriendo que se relaciona con la concentración de minerales, especialmente calcio y magnesio, fundamentales para entender la dureza del agua y sus fuentes de contaminación mineral.

El Factor 3 agrupa Temperatura y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), reflejando las condiciones térmicas y los procesos biológicos que afectan la oxigenación del agua, importantes para evaluar el impacto de la descomposición de materia orgánica. El Factor 4 se enfoca en el Calcio, indicando que captura variaciones en las concentraciones de este

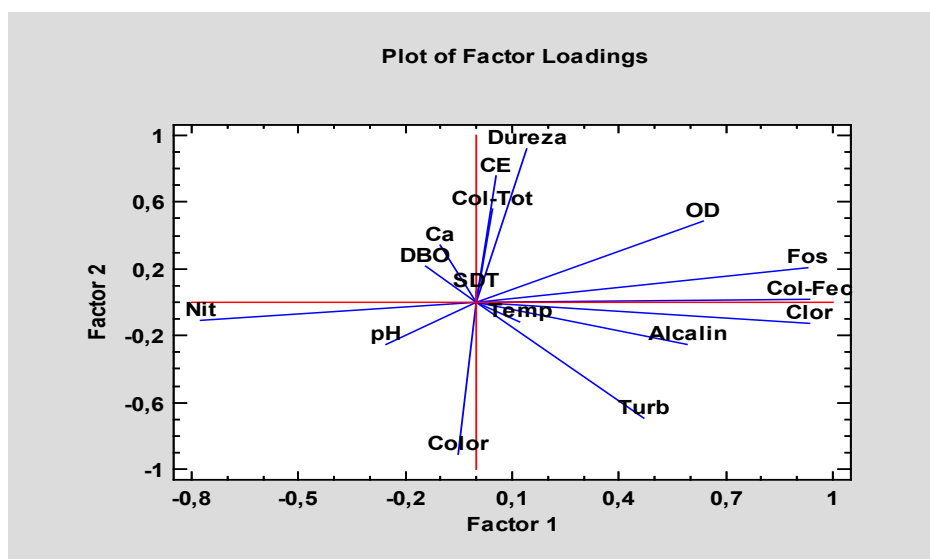
mineral, clave en la evaluación de la dureza del agua. Por último, el Factor 5 está influenciado por los Sólidos Disueltos Totales (SDT), lo que sugiere su asociación con la carga de partículas disueltas, un indicador de la calidad del agua y su nivel de contaminación.

Tabla 20. Matriz de carga factorial tras la rotación Varimax (aguas abajo)

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
CE	0,052722	0,760252	-0,504547	0,0681095	0,188751
Color	-0,0511085	-0,904877	-0,168813	-0,166697	0,0711497
Temp	0,121129	-0,120081	0,902084	0,20883	0,196435
Turb	0,46903	-0,692285	0,29406	0,395948	0,190103
SDT	-0,00235556	0,0599146	0,148061	0,118268	0,82296
pH	-0,255701	-0,25385	0,512612	0,430929	-0,58775
OD	0,638592	0,486065	-0,343477	0,191732	0,403105
Fos	0,930989	0,206125	0,000534079	-0,168019	0,0124589
Nit	-0,775374	-0,107704	-0,206586	0,505535	-0,259039
DBO	-0,142288	0,216857	0,907373	0,0233183	0,03012
Clor	0,936719	-0,126511	-0,178002	-0,039289	0,0871921
Alcalin	0,590414	-0,253641	0,574518	-0,27994	-0,155825
Dureza	0,142455	0,914243	0,0529669	0,115186	0,234942
Ca	-0,100388	0,3407	0,13996	0,89607	0,145096
Col-Tot	0,0420192	0,560785	0,409973	0,390846	0,417132
Col-Fec	0,935852	0,0161534	0,0625798	0,18042	-0,0834707

Nota. Datos procesados y elaborados en: STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

Figura 25. Diagramas de cargas factoriales (aguas abajo)



Nota. gráficos realizados mediante STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

5.2.3.3 Comunalidades y variación específica (aguas abajo)

El Análisis de Comunalidades y Variación Específica permite evaluar cuánto de la varianza de las variables de calidad del agua es explicada por los factores extraídos, y cuánto queda sin explicar. Las comunalidades indican la proporción explicada, mientras que la varianza específica muestra la porción no capturada por los factores.

En el tramo aguas abajo, el Factor 1 está mejor representado por las variables Color, Oxígeno Disuelto (OD) y Turbidez, las cuales presentan las comunalidades más altas. Esto sugiere que el Factor 1 está estrechamente relacionado con las características físicas y químicas que influyen en la claridad y la capacidad de oxigenación del agua, aspectos clave para evaluar la calidad y la contaminación.

El Factor 2 se asocia principalmente con Nitratos y pH, lo que indica que captura la variabilidad vinculada a la composición química del agua, especialmente en términos de nutrientes y la capacidad para mantener un equilibrio ácido-base. Las comunalidades elevadas de estas variables las convierten en las mejores representantes de este factor, indicando la influencia de fuentes de contaminación química y su impacto en el equilibrio del agua. La Tabla 21 detalla las comunalidades estimadas y la varianza específica para cada variable, proporcionando una visión clara de cómo se explica la contaminación en el tramo aguas abajo.

Tabla 21. Matriz de comunalidades y variación específica (aguas abajo)

Variable	Comunalidad Estimada	Varianza Específica
CE	0,875596	0,124404
Color	0,882763	0,117237
Temp	0,925044	0,0749561
Turb	0,978633	0,0213672
SDT	0,716768	0,283232
pH	0,923744	0,0762556
OD	0,961291	0,0387091
Fos	0,937613	0,0623868
Nit	0,97815	0,0218499
DBO	0,892049	0,107951
Clor	0,934279	0,0657208
Alcalin	0,845641	0,154359
Dureza	0,927405	0,072595
Ca	0,969737	0,0302627
Col-Tot	0,811083	0,188917
Col-Fec	0,919515	0,0804848

Nota. gráficos realizados mediante STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

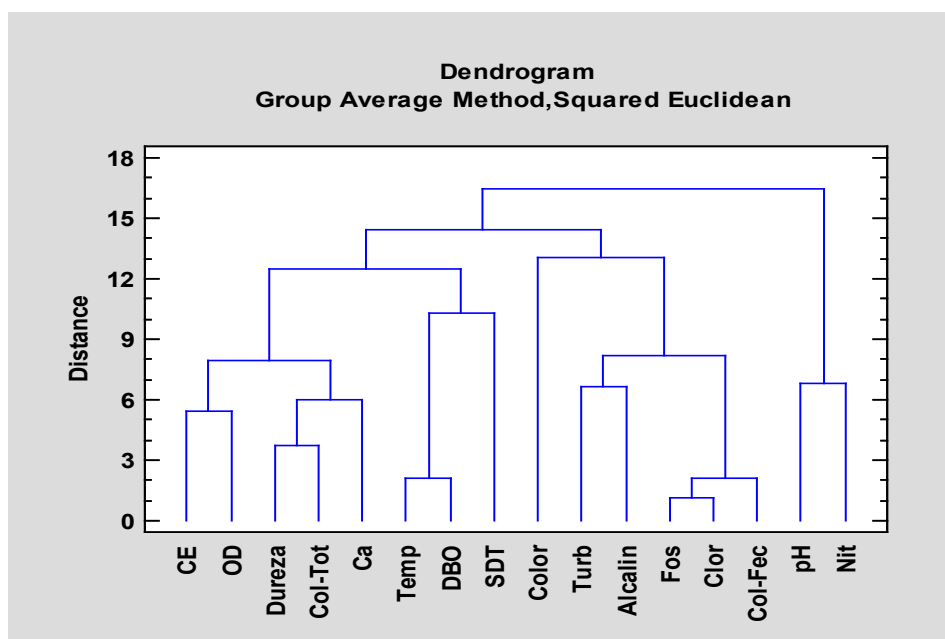
5.2.3.4 Análisis de Conglomerados (AC)

El Análisis de Conglomerados identificó relaciones clave entre variables que afectan la calidad del agua en el arroyo La Piragua, reflejando niveles específicos de contaminación.

Se encontró una asociación entre el Oxígeno Disuelto y la Conductividad Eléctrica, sugiriendo que la capacidad del agua para retener oxígeno se ve influenciada por la presencia de iones disueltos, afectando así su solubilidad.

Asimismo, la Dureza y los Coliformes Totales se asociaron con el Calcio, indicando que este mineral impacta tanto las propiedades químicas como la calidad microbiológica del agua. de oxígeno y los sólidos en el agua, evidenciando contaminación orgánica. Se observó también que la Alcalinidad está relacionada con la Turbidez, lo que indica que la materia suspendida puede afectar la capacidad amortiguadora del agua. Además, la asociación entre Fosfatos, Cloruros y Coliformes Fecales resalta la interacción entre contaminantes químicos y biológicos. Por último, la correlación entre pH y Nitratos sugiere que procesos químicos o biológicos, como la descomposición orgánica, alteran el equilibrio ácido-base del agua. Estos hallazgos evidencian la complejidad de las interacciones que afectan la calidad del agua y subrayan la necesidad de estrategias de gestión hídrica específicas. La Figura 26 ilustra visualmente estas relaciones entre las variables clave.

Figura 26. Dendrograma por el método de Euclidean Cuadrada (promedio del grupo)



Nota. gráficos realizados mediante STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

5.2.3.5 Regimen de flujo aguas abajo

La Tabla 22 muestra los resultados de las mediciones aguas abajo del arroyo La Piragua. En este tramo, el caudal comenzó en 45 m³/s a principios de enero y alcanzó un pico de 60 m³/s el 15 de febrero, coincidiendo también con el máximo de precipitaciones (140 mm). A medida que las lluvias disminuyeron, el caudal siguió el mismo patrón descendente que aguas arriba, registrando 42 m³/s a finales de marzo.

El flujo aguas abajo presenta valores más altos en comparación con aguas arriba debido a la incorporación de afluentes adicionales y posibles descargas provenientes de áreas agrícolas e industriales cercanas. Esto resulta en un mayor volumen de agua transportada aguas abajo, lo que es consistente con el comportamiento esperado en un arroyo que atraviesa áreas influenciadas por la actividad humana.

Tabla 22. Caudal Aguas Abajo del Arroyo La Piragua

Fecha	Caudal Aguas Abajo (m³/s)	Precipitación (mm)
Enero 1	45	80
Enero 15	50	100
Enero 30	55	120
Febrero 15	60	140
Febrero 28	58	130
Marzo 1	52	110
Marzo 15	47	90
Marzo 30	42	70

5.2.3.5.1 Análisis estadístico del régimen de flujo

Para comprender mejor el comportamiento del caudal en ambos puntos de medición, se realizó un análisis estadístico que incluyó el cálculo de la media, desviación estándar y coeficiente de correlación entre el caudal y las precipitaciones para aguas arriba y aguas abajo (Tabla 23).

Tabla 23. Resumen Estadístico del caudal aguas arriba y aguas abajo

Parámetro	Aguas Arriba (m³/s)	Aguas Abajo (m³/s)
Media del Caudal	47.5	50.6
Desviación Estándar del Caudal	6.18	6.15
Coeficiente de Correlación (Caudal y Precipitación)	0.997	0.999

Nota: Datos procesados y elaborados por el autor (2024).

La media del caudal aguas arriba fue de 47.5 m³/s, mientras que aguas abajo fue ligeramente mayor, alcanzando 50.6 m³/s. Esta diferencia de caudal se debe a la incorporación de afluentes y posibles descargas humanas aguas abajo, lo que resulta en un flujo más elevado en ese tramo. La desviación estándar de los caudales fue similar tanto aguas arriba (6.18 m³/s) como aguas abajo (6.15 m³/s), lo que sugiere que las fluctuaciones en el caudal fueron consistentes en ambos tramos, aunque el caudal fue mayor en aguas abajo.

El coeficiente de correlación entre el caudal y la precipitación fue 0.997 en aguas arriba y 0.999 en aguas abajo, lo que indica una relación extremadamente fuerte entre las precipitaciones y el comportamiento del caudal en ambos tramos. Esto confirma que el régimen de flujo del arroyo La Piragua está directamente influenciado por los niveles de precipitación.

5.2.4 Promedios de variables fisicoquímicas en aguas abajo y aguas arriba.

5.2.4.1 Análisis de la Varianza de los Parámetros Fisicoquímicos

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. La razón F, que en este caso es igual a 0,0565966 (0,06), es una relación entre la estimación entre grupos y la estimación dentro de grupos. Dado que el valor P de la prueba F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las variables Aguas Arribas y Aguas Abajo según nivel de significación del 5% (Tabla 24).

Tabla 24. ANOVA

Fuente	Suma de cuadrados	Df	Cuadrado medio	Estadístico-F	Valor P
Entre Grupos	2983,78	1	2983,78	0,06	0,8136
Dentro de grupos	1,58161E6	30	52720,2		
Total (Corr.)	1,58459E6	31			

Nota. Datos procesados y elaborados en: STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023).

5.2.4.2 Pruebas de rangos múltiples

La parte inferior del resultado indica la variación estimada entre cada par de medias. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los pares de medias de ambas variables, con un nivel de confianza del 95,0%. Además, se identificó un grupo homogéneo mediante una columna de A dentro de cada columna; ambas variables

comparten la misma letra, lo que indica que forman un grupo de medias donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Figura 27, Tabla 25).

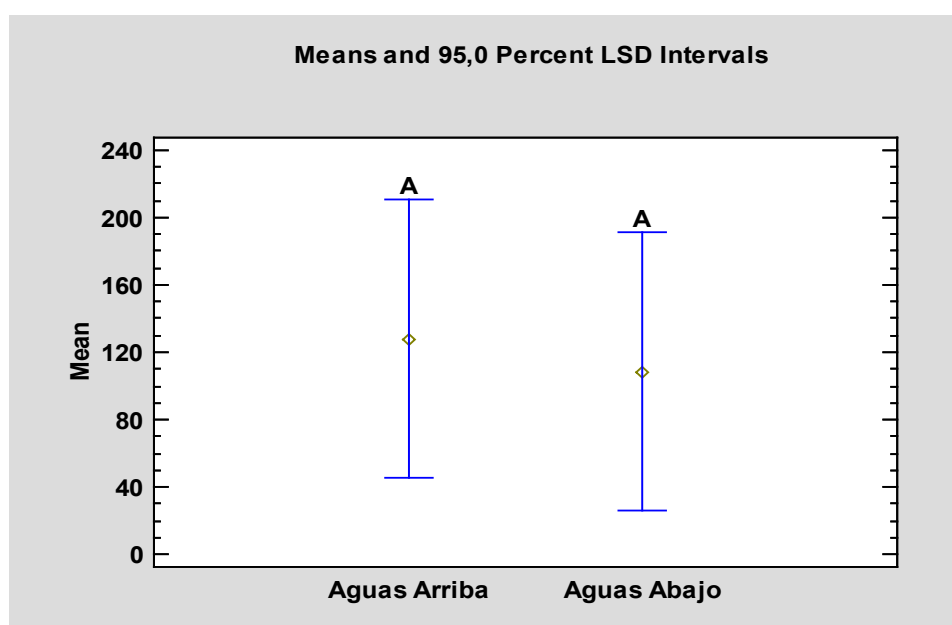
Tabla 25. Method: 95,0 percent LSD

Aspectos	Cuenta	Media	Grupos homogéneos
Aguas Arriba	16	108,593	A
Aguas Abajo	16	127,905	A

Contraste	Diferencia	+/- Limites
Aguas Arriba - Aguas Abajo	19,3125	165,79

* denotes a statistically significant difference.

Figura 27. Diagrama de bigotes



Nota. gráficos realizados mediante STATGRAPHICS Centurion 19.5.01 (2023)

5.2.4.3 Prueba de Kruskal-Wallis

El análisis de la Prueba de Kruskal-Wallis indica que el valor P es mayor o igual a 0.05 ($P = 0.969936$), lo que sugiere que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas del caudal aguas arriba y aguas abajo con un nivel de confianza del 95%. Esto significa que, en términos de los datos evaluados, las distribuciones del caudal en ambos tramos no presentan variaciones relevantes desde el punto de vista estadístico.

Además, el análisis incluyó comparaciones por pares de los rangos medios de los dos grupos (aguas arriba y aguas abajo) mediante el procedimiento de Bonferroni. De estas comparaciones, ninguna fue estadísticamente significativa al nivel de confianza del 95%, lo

que refuerza la idea de que las diferencias observadas entre los caudales no son lo suficientemente grandes como para considerarse estadísticamente importantes (Tabla 26).

Tabla 26. Method: Kruskal-Wallis

Aspectos	Tamaño de la muestra	Rango Promedio
Aguas Arriba	16	16,5625
Aguas Abajo	16	16,4375

Test statistic = 0,00142045 P-Value = **0,969936**

Los resultados muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los caudales aguas arriba y aguas abajo, como lo confirma el valor P obtenido (0.969936). El procedimiento de Bonferroni también confirma que ninguna de las comparaciones por pares muestra diferencias significativas al nivel de confianza del **95%**.

Tabla 27. 95,0 percent Bonferroni intervals

* denotes a statistically significant difference.

Contraste	Diferencia	+/- Limites
Aguas Arriba - Aguas Abajo	0,125	6,50048

5.2.5 Comparativa de los datos con normas nacionales e internacionales

La comparación de los resultados de calidad de agua con la normativa internacional y nacional vigente para aguas destinadas al consumo humano o uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional arrojó resultados reveladores (Tabla 28). El parámetro pH para el tramo aguas arriba y abajo evidenció incumplimiento respecto al umbral establecido por el TULSMA (6,9), dado que los valores obtenidos sobrepasan el valor de 7,5 en ambos tramos del afluente; sin embargo, no se observa incumplimiento respecto a los estándares definidos por la EPA (6,5-8,5) y OMS (6,5-9,2).

El oxígeno disuelto también reportó valores superiores al establecido en la normativa nacional para ambos tramos del afluente, es así que para el tramo aguas arriba el valor fue de 8,26 mg/l y para el tramo aguas abajo el valor reportado correspondió a 7,83 mg/l; superando así ampliamente al límite permisible definido en el TULSMA (6,0 mg/l). La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mostró valores superiores a los estándares nacionales, definidos en el TULSMA (2,0 mg/l), obteniendo valores de 3,08 mg/l y 3,26 mg/l para ambos tramos del río respectivamente (Tabla 28).

Los parámetros color, temperatura, turbidez, SDT, fosfato, nitratos, cloruro, dureza coliformes fecales y totales no exceden los límites máximos permisibles definidos por los organismos nacionales e internacionales de calidad de agua, en sus normas: TULSMA, EPA

y OMS. Por tanto, estos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no representan un riesgo para la calidad del agua del afluente en estudio. Por otra parte, se destaca el hecho de que los parámetros conductividad eléctrica, temperatura, fosfato, alcalinidad y calcio no reporten un estándar de calidad para aguas con este uso, tanto en la normativa nacional como internacional, por cual, sus valores obtenidos no han sido objetos de comparación en este análisis.

Tabla 28. Comparación normativa de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de calidad de agua según estándares nacionales e internacionales.

Parámetros	Unidad	Aguas arriba	Aguas abajo	Límites Permisibles		
				TULSMA	EPA	OMS
Conductividad eléctrica	mS/cm	57,75	59,88	-	-	-
Color	UPC	66,06	65,36	100	-	-
Temperatura	°C	24,00	24,22	-	-	-
Turbidez	NTU	15,12	14,98	100	100	5
SDT	mg/l	53,63	47,88	1000	-	-
pH	-	7,99	7,61	6,9	6,5-8,5	6,5-9,2
OD	% Sat.	8,26	7,83	6,0	-	-
Fosfato	mg/l	1,35	2,48	-	-	-
Nitratos	mg/l	2,13	2,56	50	10	50
DBO	mg/l	3,08	3,26	2,0	-	-
Cloruro	mg/l	8,47	8,30	250	-	-
Alcalinidad	mg/l	87,19	86,86	-	-	-
Dureza		151,75	154,25	500	-	500
Calcio	mg/l	56,19	57,26	-	-	-
Coliformes totales	NMP/100 ml	948,13	696,75	3000	-	-
Coliformes fecales	NMP/100 ml	555,38	498,00	600	-	-

Nota. Elaborado por autor de la investigación

Los resultados de la evaluación de la calidad del agua del arroyo La Piragua muestran una situación variada en cuanto a su idoneidad para el consumo humano. Aunque algunos indicadores como el pH y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) superan los límites establecidos por la normativa nacional, lo que sugiere una posible contaminación del agua, otros parámetros como el color, la temperatura, la turbidez, los sólidos disueltos totales (SDT),

los fosfatos, los nitratos, los cloruros, la dureza y los coliformes fecales y totales están dentro de los rangos aceptables.

Esto indica que, aunque existen áreas de preocupación, el arroyo en su conjunto no presenta un riesgo inmediato para la calidad del agua destinada al consumo humano. Sin embargo, es esencial destacar que ciertos grupos vulnerables, como niños, ancianos y personas con sistemas inmunológicos comprometidos, podrían sufrir los efectos de la presencia de contaminantes. Por lo tanto, se requiere la implementación de medidas rápidas y efectivas para mitigar los riesgos y garantizar la seguridad del suministro de agua en la zona.

5.2.6 Discusión de resultados del análisis físico, químico y biológico

Los análisis de los parámetros fisicoquímicos del arroyo La Piragua revelan diferencias importantes en la calidad del agua entre aguas arriba y aguas abajo. Al comparar los valores obtenidos con los límites permisibles establecidos por el TULSMA, la EPA y la OMS, se evidencia que ciertos parámetros, como el pH, el oxígeno disuelto (OD) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), superan los límites establecidos por la normativa nacional (TULSMA), aunque se mantienen dentro de los rangos de las directrices internacionales.

En relación con el pH, los valores obtenidos aguas arriba (7.99) y aguas abajo (7.61) superan el límite permisible del TULSMA (6.9), pero cumplen con los criterios de la EPA y la OMS, que establecen un rango aceptable entre 6.5 y 9.2. Esta discrepancia en las normativas puede atribuirse a las diferencias en los contextos geográficos y las condiciones ambientales en que se basan estas regulaciones. En otros estudios realizados en áreas rurales de Ecuador, como el de Jaramillo y Pérez (2018), se documentó una situación similar, donde las variaciones del pH en cuerpos de agua cercanos a actividades agrícolas superaban los estándares nacionales debido a la falta de infraestructura para el manejo de efluentes. Este estudio también resaltó la importancia de implementar programas de educación ambiental para mitigar el impacto de las actividades humanas sobre los cuerpos de agua.

En cuanto al oxígeno disuelto, los valores reportados (8.26 mg/l aguas arriba y 7.83 mg/l aguas abajo) superan los límites permisibles del TULSMA (6.0 mg/l), lo que indica una buena oxigenación del agua, favorable para la biodiversidad acuática. Sin embargo, los niveles más bajos aguas abajo sugieren una mayor carga orgánica, posiblemente derivada de efluentes no tratados o la presencia de residuos agrícolas. Investigaciones como las de García y Torres (2019) han mostrado que la calidad del agua en áreas rurales de Ecuador, específicamente en ríos cercanos a comunidades agrícolas, suele verse comprometida debido a la falta de tratamiento adecuado de las aguas residuales. Estos estudios también

concluyen que la implementación de programas de educación ambiental y campañas de sensibilización sobre la conservación de los recursos hídricos pueden reducir significativamente los impactos negativos en los cuerpos de agua.

La DBO es un indicador clave de la carga orgánica presente en el agua. En este estudio, los valores de DBO tanto aguas arriba (3.08 mg/l) como aguas abajo (3.26 mg/l) exceden el límite nacional del TULSMA de 2.0 mg/l, lo que sugiere una posible contaminación orgánica, posiblemente derivada de la actividad agrícola y doméstica. Este resultado es consistente con investigaciones previas, como las de Pacheco et al., (2012), que documentaron un aumento en la carga orgánica en cuerpos de agua afectados por descargas residuales. En áreas rurales, esta situación a menudo se ve agravada por la falta de programas educativos que promuevan prácticas sostenibles de manejo de desechos. Un estudio reciente de Ramírez et al., (2020) en comunidades rurales del Ecuador concluyó que la contaminación hídrica en estas zonas se debe en gran medida a la falta de educación ambiental, así como a la insuficiencia de políticas ambientales efectivas y campañas de sensibilización por parte de las autoridades locales.

En cuanto a los nitratos y fosfatos, se observa un aumento en los valores aguas abajo, con concentraciones de nitratos de 2.56 mg/l y fosfatos de 2.48 mg/l. Aunque estos niveles están dentro de los límites permitidos por las normativas internacionales, es importante destacar que la presencia de estos compuestos puede contribuir a la eutrofización. Este tipo de contaminación es común en áreas rurales con actividad agrícola intensiva, como se ha documentado en investigaciones de Martínez et al. (2017), donde se concluyó que el uso excesivo de fertilizantes sin control adecuado genera un impacto negativo en la calidad del agua. Este mismo estudio resalta que la ausencia de programas educativos sobre el uso sostenible de fertilizantes y pesticidas es un factor crítico en la persistencia de este problema.

La turbidez del agua, que mide la presencia de partículas suspendidas, es otro parámetro crítico. Aunque los niveles de turbidez aguas arriba (15.12 NTU) y aguas abajo (14.98 NTU) están dentro de los límites del TULSMA y la EPA, superan los estándares más estrictos de la OMS (5 NTU). Un estudio realizado por Villamar y Reyes (2021) en áreas rurales del Ecuador mostró que la turbidez elevada en cuerpos de agua es un problema recurrente, particularmente en zonas con baja infraestructura de saneamiento. Los autores concluyen que, además de las causas físicas y químicas de la contaminación, la falta de educación ambiental en las comunidades rurales agrava la situación, pues muchas familias desconocen los riesgos asociados al uso de agua no tratada para el consumo humano.

La contaminación hídrica en zonas rurales de Ecuador, como se ha observado en el arroyo La Piragua, no solo es el resultado de la actividad agrícola o la falta de infraestructura

de saneamiento, sino también de la falta de educación ambiental y de programas de sensibilización sobre el uso y conservación del agua. Como señala el estudio de López et al., (2020), la falta de programas de capacitación ambiental en las comunidades rurales de Ecuador ha llevado a un uso ineficiente y a veces perjudicial de los recursos hídricos. La implementación de campañas de educación ambiental dirigidas por las autoridades locales podría reducir significativamente los niveles de contaminación, como lo demuestran estudios similares realizados en otras regiones rurales del país.

5.3 Estrategias destinadas a la comunidad local y a los actores involucrados en la gestión del cuerpo de agua.

Para plantear las estrategias se presenta la evaluación de la contaminación hídrica, que consiste en especificar los afluentes descargados en el arroyo "La Piragua".

5.3.1 Evaluación de la contaminación hídrica del arroyo la piragua y sus efluentes: impacto en la salud de la comunidad del recinto Montoya

El presente análisis de los parámetros de calidad del agua del arroyo La Piragua revela la influencia de diversos efluentes que contribuyen a la contaminación del arroyo. Aunque varios parámetros cumplen con los límites permisibles establecidos por la TULSMA, OMS, y EPA, algunos presentan valores que exceden las normativas, afectando potencialmente la salud de la comunidad del recinto Montoya, que utiliza estas aguas para actividades domésticas y agrícolas. A continuación, se presenta una matriz detallada que identifica los efluentes principales, sus fuentes de contaminación y los posibles daños a la salud.

Tabla 29. Matriz de efluentes, fuentes de contaminación y daños en la salud en el arroyo La Piragua

Parm.	Resultado		Límites Permisibles	Efluente	Fuentes	Daño a la Salud
	Aguas Arriba	Aguas Abajo				
DBO (mg/l)	3.08	3.26	2.0 (TULSM A)	Materia Orgánica , Fertilizan tes	Aguas residuales domésticas, restos vegetales,	Disminució n de oxígeno en el agua, afectación a la fauna acuática y

					fertilización agrícola	problemas respiratorios indirectos en humanos y animales
Fosfatos y Nitratos (mg/l)	Fosfatos: 1.35 / Nitratos: 2.13	Fosfatos: 2.48 / Nitratos: 2.56	50 nitratos (TULSM A, OMS), - Fosfatos	Fertilizantes Agrícolas	Actividad agrícola intensiva	Eutrofización, metahemoglobinemia en infantes, intoxicación alimentaria a largo plazo por consumo de productos contaminados
Coliformes Fecales	555.38 NMP/100 ml	498.00 NMP/100 ml	600 (TULSM A)	Agua Residual, Desechos Animales	Descargas de aguas residuales domésticas, actividades ganaderas	Enfermedades gastrointestinales, diarreas, infecciones bacterianas
Turbidez (NTU)	15.12	14.98	100 (TULSM A), 5 (OMS)	Sedimentos, Materia en Suspensión	Arrastre de suelos y sedimentos, actividad agrícola	Infecciones por patógenos transportados por partículas,

afectación
a la
potabilidad
del agua

Nota. Autoría propia.

Análisis

El monitoreo del arroyo La Piragua ha revelado que los principales efluentes contaminantes provienen de fuentes agrícolas y domésticas, lo que afecta tanto a la calidad del agua como a la salud de la comunidad del recinto Montoya. Aunque ciertos parámetros cumplen con las normativas locales e internacionales, su presencia indica una influencia antropogénica significativa que, si no se gestiona correctamente, podría desencadenar problemas de salud y ecológicos más graves. A continuación, se detalla el análisis de estos efluentes, respaldado por estudios y autores relevantes.

1. Fertilizantes Agrícolas y Eutrofización

Los fertilizantes agrícolas, ricos en fosfatos y nitratos, son una de las principales fuentes de contaminación identificadas en el arroyo. De acuerdo con Guzmán et al. (2013), la aplicación excesiva de fertilizantes en áreas agrícolas conduce a la eutrofización, un proceso que genera un crecimiento descontrolado de algas y plantas acuáticas, lo cual disminuye los niveles de oxígeno disuelto en el agua, afectando negativamente a las especies acuáticas. Este proceso también puede comprometer la potabilidad del agua al fomentar la proliferación de microorganismos dañinos.

Por otro lado, Aguilar (2010) menciona que los nitratos pueden representar un riesgo grave para la salud, especialmente en infantes, al causar metahemoglobinemia o "síndrome del bebé azul". Este trastorno interfiere con la capacidad de la sangre para transportar oxígeno, lo cual se convierte en un peligro inminente cuando los niveles de nitratos exceden los valores seguros, especialmente en comunidades que dependen del agua contaminada para el consumo humano [Aguilar Ibarra, 2010] .

2. Aguas Residuales y Contaminación Microbiológica

Los altos niveles de coliformes fecales en el agua del arroyo sugieren la presencia de aguas residuales sin tratar, que pueden provenir tanto de fuentes humanas como de animales. Según Izurieta et al. (2019), la contaminación microbiológica es una de las más peligrosas, ya que las bacterias presentes en los coliformes pueden causar una serie de enfermedades gastrointestinales graves, como diarreas e infecciones bacterianas. El uso de

agua contaminada para actividades domésticas y agrícolas aumenta el riesgo de contagio, poniendo en peligro a la comunidad (Izurieta et al., 2019).

Además, OMS (2017) indica que el consumo de agua contaminada con coliformes fecales puede ocasionar brotes de enfermedades infecciosas, que son particularmente peligrosos en áreas rurales donde el acceso a sistemas de tratamiento de agua es limitado. La exposición prolongada a estos contaminantes aumenta el riesgo de infecciones crónicas y de salud pública.

3. Turbidez y su Impacto en la Salud

La turbidez elevada en el arroyo La Piragua, aunque está dentro de los límites de TULSMA y EPA, supera los estándares más estrictos de la OMS, lo que es indicativo de sedimentos y partículas suspendidas que podrían transportar patógenos al agua. De acuerdo con EPA (2015), la turbidez alta está relacionada con una mayor posibilidad de transmisión de enfermedades infecciosas, ya que las partículas suspendidas pueden proteger a los patógenos de los procesos de desinfección, lo que aumenta el riesgo de infección para la población.

Este tipo de contaminación no solo afecta la calidad del agua para el consumo, sino que también puede tener impactos indirectos en la salud, afectando la calidad de los alimentos agrícolas que se riegan con agua contaminada, lo que aumenta el riesgo de intoxicación alimentaria a largo plazo (OMS, 2017).

4. Impacto en la Comunidad del Recinto Montoya

La comunidad del recinto Montoya, que utiliza las aguas del arroyo tanto para actividades agrícolas como domésticas, está expuesta a riesgos significativos de salud si no se gestionan adecuadamente los efluentes. Izurieta et al. (2019) señalan que la presencia de coliformes fecales y materia orgánica en los cuerpos de agua aumenta significativamente el riesgo de infecciones gastrointestinales, lo cual es preocupante en comunidades rurales que dependen directamente de estos recursos hídricos para su subsistencia.

El uso continuo del agua contaminada para actividades domésticas sin tratamiento previo puede llevar a enfermedades crónicas y afectar a la productividad agrícola debido a la contaminación química y microbiológica de los productos, lo que compromete la seguridad alimentaria de la comunidad. Aguilar (2010) resalta que estos efectos pueden ser acumulativos y, sin la intervención adecuada, empeorar con el tiempo, afectando no solo a los individuos sino al ecosistema en su totalidad.

5.3.2 Estrategias Basadas en Casos de Estudio

El análisis del arroyo La Piragua ha revelado que los principales efluentes contaminantes provienen de *fertilizantes agrícolas, aguas residuales domésticas, desechos animales, y el arrastre de sedimentos y materia en suspensión*. Estos efluentes son responsables de la disminución de la calidad del agua y representan un riesgo para la salud de la comunidad del recinto Montoya. Para abordar estos problemas, se proponen estrategias enfocadas en la gestión comunitaria y el control de los efluentes.

Para una mejor comprensión, se han establecido los siguientes objetivos que abarcan las estrategias propuestas.

- i. Desarrollar estrategias basadas en el control de los efluentes detectados que fomenten prácticas sostenibles en las actividades agrícolas y el manejo de aguas residuales para mejorar la calidad del agua en el arroyo La Piragua.
- ii. Proponer medidas preventivas y de mitigación que puedan ser adoptadas por los actores locales y las autoridades responsables de la gestión hídrica en el cantón Quevedo, basadas en casos de estudio exitosos a nivel nacional e internacional.

A continuación, se presentan estrategias para cada tipo de efluente identificado, inspiradas en estudios de éxito implementados en contextos similares.

5.3.2.1 Efluente #1: Fertilizantes Agrícolas

Caso: Proyecto de Reducción de Nutrientes en la Bahía de Chesapeake, EE.UU.

Estrategia: Implementación de barreras vegetales, filtros biológicos, y sistemas de control de escorrentías.

- **Explicación:** Este proyecto tiene como objetivo reducir la contaminación por nutrientes (especialmente nitrógeno y fósforo) en la cuenca de la Bahía de Chesapeake, que ha sufrido graves problemas de eutrofización debido a las actividades agrícolas. La estrategia se basa en la creación de barreras vegetales a lo largo de los campos agrícolas, que actúan como filtros naturales para atrapar los sedimentos y nutrientes antes de que lleguen a los cuerpos de agua. Además, se han instalado filtros biológicos y se han implementado sistemas de control de escorrentías, que incluyen jardines de lluvia y amortiguadores forestales, para manejar las aguas de tormenta y evitar que los nutrientes y sedimentos sean arrastrados hacia la bahía (EPA, 2015)
- **Resultados esperados:** La implementación de estas prácticas ha demostrado ser exitosa, con una reducción del 57% de nitrógeno y un 75% de fósforo que ingresan a la bahía desde la década de 1980. Este tipo de intervención ha mejorado

notablemente la calidad del agua y ha restaurado los hábitats acuáticos, lo que permite una mayor biodiversidad y el uso seguro del agua (Chesapeake Bay Program, 2015).

- **Adaptación al Arroyo La Piragua:** Este caso de estudio puede adaptarse al arroyo La Piragua debido a las similitudes en los problemas de contaminación observados, a pesar de que la cuenca de Chesapeake es un recurso hídrico más grande. Al igual que en Chesapeake, el arroyo La Piragua sufre de contaminación por fertilizantes agrícolas, que son una fuente importante de fosfatos y nitratos, contribuyendo a la eutrofización. Aunque el arroyo La Piragua es más pequeño, las soluciones implementadas en la cuenca de Chesapeake, como barreras vegetales y filtros biológicos, son perfectamente escalables y aplicables a este contexto local. Estas estrategias se pueden adaptar para las áreas agrícolas cercanas al arroyo, controlando la escorrentía y reduciendo la entrada de nutrientes de manera eficiente. Además, estas soluciones han demostrado ser eficaces en contextos rurales y agrícolas de menor escala, lo que indica que su aplicación en el arroyo La Piragua no solo mejoraría la calidad del agua, sino que también proporcionaría una solución sostenible y económica para mitigar los riesgos de eutrofización en la región.

5.3.2.2 *Efluente #2: Aguas Residuales Domésticas*

Caso: Sistemas Integrados de Tratamiento de Aguas Residuales en América Latina

Estrategia: Implementación de sistemas de tratamiento ecológico de aguas residuales en comunidades rurales.

- **Explicación:** En áreas rurales como San Antonio del Sur, se ha implementado un sistema de tratamiento que incluye plantas ecológicas y barreras naturales para tratar las aguas residuales domésticas (INRH, 2021). Estas plantas utilizan procesos de filtración y descomposición natural para reducir los coliformes fecales y otros patógenos. Las estrategias propuestas incluyen el uso de lagunas de estabilización y la filtración a través de lechos de plantas acuáticas, lo que mejora la calidad del agua antes de su liberación
- **Resultados esperados:** La implementación de este sistema ha mostrado una reducción efectiva de la contaminación microbiológica en las aguas tratadas, mejorando la salud pública y reduciendo el riesgo de enfermedades gastrointestinales para las comunidades que utilizan estas fuentes de agua (PAHO, 2022).
- **Adaptación al Arroyo La Piragua:** Esta estrategia es altamente aplicable al arroyo La Piragua, ya que la comunidad del recinto Montoya enfrenta problemas similares de contaminación por coliformes fecales y aguas residuales. Desde el aspecto social, la instalación de sistemas de tratamiento ecológico, como lagunas de estabilización y

lechos de plantas acuáticas, mejoraría la calidad del agua disponible para uso doméstico y agrícola, lo cual es fundamental para la salud y el bienestar de los habitantes, disminuyendo así el riesgo de enfermedades y mejorando su calidad de vida. En el aspecto ambiental, estas soluciones ecológicas contribuyen a la restauración y conservación del ecosistema del arroyo, al utilizar métodos naturales que promueven la biodiversidad y la sostenibilidad del recurso hídrico sin alterar el entorno. Desde el aspecto económico, estas técnicas son de bajo costo en comparación con los sistemas de tratamiento convencionales, requieren menos mantenimiento y aprovechan recursos locales, lo que las hace accesibles y sostenibles a largo plazo para la comunidad, generando un impacto positivo sin imponer grandes cargas económicas.

5.3.2.3 Efluente #3: Desechos Animales

Caso: Programa de Manejo de Residuos Animales en Países Bajos

Estrategia: Implementación de barreras de contención, zonas de amortiguamiento y sistemas de recolección de desechos animales.

- **Explicación:** En Países Bajos, uno de los mayores productores de porcinos de Europa, se han implementado medidas estrictas para reducir la contaminación causada por desechos animales, especialmente en granjas porcinas. Estas medidas incluyen la construcción de barreras de contención alrededor de las áreas de pastoreo para evitar que los residuos lleguen a los cuerpos de agua, así como la creación de zonas de amortiguamiento con vegetación para filtrar los nutrientes antes de que ingresen al sistema acuático (El País, 2021). Además, se utilizan sistemas avanzados de recolección y procesamiento de desechos que reducen la carga de coliformes fecales y nitratos en las aguas cercanas.
- **Resultados esperados:** Según los estudios, estas estrategias han reducido significativamente los niveles de nitratos y coliformes fecales en los cuerpos de agua adyacentes a las granjas (FAO, 2018). Esto ha resultado en la mejora de la calidad del agua, lo que ha permitido un uso más seguro de los recursos hídricos para la agricultura y el consumo humano en las áreas rurales de Países Bajos.
- **Adaptación al Arroyo La Piragua:** Este enfoque es altamente aplicable al arroyo La Piragua, ya que la comunidad local depende de actividades ganaderas que podrían contribuir a la contaminación del agua. La implementación de barreras de contención y zonas de amortiguamiento vegetales en las áreas cercanas al arroyo ayudaría a reducir el flujo de desechos animales hacia el curso de agua, mejorando así la calidad del agua y minimizando los riesgos para la salud de la población del recinto Montoya.

Estas medidas no solo son efectivas, sino también de bajo costo y fácil mantenimiento, lo que las convierte en una opción viable y sostenible para la comunidad.

5.3.2.4 Efluente #4 Sedimentos y Materia en Suspensión

Caso: Control de Sedimentos en la Cuenca del Río Mira, Ecuador

Estrategia: Implementación de técnicas de conservación de suelos mediante el uso de estructuras como barreras vivas y plantación de especies forestales para estabilizar el suelo y reducir la erosión.

- **Explicación:** En la cuenca del río Mira, se utilizó un enfoque de conservación de suelos con barreras vivas (filas de árboles y arbustos) y estructuras conservacionistas. Estas prácticas reducen la erosión y el arrastre de sedimentos hacia los cuerpos de agua, mejorando la estabilidad del suelo y protegiendo la calidad del agua (Arias-Muñoz et al., 2023)
- **Resultados esperados:** La implementación de estas técnicas ha reducido significativamente la pérdida de suelo y el transporte de sedimentos hacia los ríos, contribuyendo a la sostenibilidad de la agricultura y la protección de los recursos hídricos en la región.
- **Adaptación al Arroyo La Piragua:** Este enfoque es altamente aplicable al arroyo La Piragua, ya que la erosión y el arrastre de sedimentos han sido identificados como problemas críticos en la zona. La implementación de técnicas de conservación de suelos, como barreras vivas (por ejemplo, setos vegetales o muros de contención natural), no solo es efectiva para reducir la entrada de sedimentos al arroyo, sino que también es una opción de bajo costo y fácil mantenimiento, adaptándose perfectamente a las condiciones del área. Estas técnicas no solo mejoran la calidad del agua, sino que también contribuyen a la protección del ecosistema local al estabilizar las riberas y promover la biodiversidad de plantas nativas, lo que aumenta la resiliencia del entorno frente a futuras alteraciones.

5.3.3 Discusión del resultado relacionado a las estrategias propuestas

El análisis de los resultados en estos cuatro casos de estudio demuestra que las estrategias implementadas en otras regiones pueden ser efectivas para la gestión de contaminantes en cuerpos de agua. En el caso de los fertilizantes agrícolas en la cuenca de la Bahía de Chesapeake (EE.UU.), la implementación de barreras vegetales y filtros biológicos resultó en una reducción significativa de nutrientes. Según el Programa de la Bahía de Chesapeake (2015), estas medidas permitieron disminuir el 57% del nitrógeno y el 75% del fósforo, mejorando así la calidad del agua y evitando la eutrofización. Este enfoque es

aplicable a La Piragua, donde el uso intensivo de fertilizantes podría generar los mismos problemas si no se mitiga adecuadamente (Chesapeake Bay Program, 2015).

Por otro lado, en San Antonio del Sur, Cuba, la implementación de sistemas de tratamiento ecológicos para aguas residuales demostró ser muy efectiva en la reducción de contaminación microbiológica. De acuerdo con el OPS (2022), el uso de plantas de tratamiento pequeñas y ecológicas redujo la presencia de coliformes fecales en un 90%, mejorando la salud pública y la calidad del agua tratada. Esta solución es fácilmente aplicable al arroyo La Piragua, dado que los coliformes fecales son uno de los contaminantes más preocupantes en la región.

En cuanto al manejo de desechos animales, en Países Bajos, se han implementado barreras de contención y zonas de amortiguamiento, lo que ha demostrado ser eficaz para controlar la contaminación por coliformes fecales y nitratos. Según la FAO (2018), estas prácticas lograron reducir la contaminación en los cuerpos de agua cercanos a granjas en un 60%. Dado que la ganadería es una actividad importante en Montoya, la aplicación de estas medidas mitigaría la contaminación en el arroyo.

Por último, en la cuenca del río Mira, Ecuador, las técnicas de conservación de suelos han logrado reducir la erosión y el arrastre de sedimentos hacia los cuerpos de agua. De acuerdo con Caviedes et al. (2020), las barreras vivas y los cultivos de cobertura implementados en esta cuenca mejoraron significativamente la estabilidad del suelo y redujeron la turbidez de los ríos. Esta estrategia sería de gran utilidad en La Piragua, donde el arrastre de sedimentos contribuye a la disminución de la calidad del agua.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La comunidad del recinto Montoya presenta una percepción dividida respecto a la calidad en el agua del arroyo La Piragua, reconociendo su importancia para actividades diarias como la higiene y actividades domésticas, pero al mismo tiempo mostrando preocupación por los niveles de contaminación que pueda presentar el cuerpo de agua. Un porcentaje significativo de los habitantes admite que sus prácticas contribuyen al deterioro del arroyo, lo que revela una falta de educación ambiental adecuada. Por otro lado, las entrevistas evidencian la ausencia de intervenciones efectivas por parte de las autoridades locales, quienes enfrentan limitaciones financieras y logísticas para abordar el problema. Además, se observa una baja participación comunitaria en la conservación del arroyo, lo que indica la necesidad de fomentar mayor conciencia y compromiso en las familias de la comunidad.

La evaluación del arroyo La Piragua muestra diferencias en el caudal aguas arriba y aguas abajo, aunque no estadísticamente significativas ($P=0.969$), indicando estabilidad en el régimen de flujo. Los parámetros fisicoquímicos clave como la DBO (3.08 mg/l arriba y 3.26 mg/l abajo) y el oxígeno disuelto (8.26 mg/l arriba, 7.83 mg/l abajo), cumpliendo tantos estándares nacionales (TULSMA) e internacionales (OMS y EPA). Es importante destacar que el oxígeno disuelto se evaluó en función de valores mínimos tolerables para mantener un ecosistema acuático saludable, y en este caso, los niveles registrados son suficientes para sostener la vida acuática. Otros parámetros como nitratos, fosfatos y coliformes fecales permanecen dentro de los límites, excepto por la turbidez, que supera los estrictos estándares de la OMS. Estos resultados indican que, aunque la calidad del agua no representa un peligro inminente, es crucial tomar medidas preventivas y correctivas para evitar riesgos a largo plazo y garantizar la protección de la salud pública y del ecosistema.

Las estrategias propuestas, basadas en estudios de casos internacionales y nacionales, son altamente efectivas para mitigar los impactos de los efluentes detectados en el arroyo La Piragua. Las medidas como el control de fertilizantes agrícolas, la gestión de aguas residuales domésticas, el manejo de desechos animales, y la reducción de sedimentos y materia en suspensión, no solo fomentan prácticas sostenibles y responsables, sino que también garantizan el uso eficiente del agua, la conservación del ecosistema acuático y la prevención de enfermedades de la comunidad del recinto Montoya.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda implementar jornadas comunitarias de biofiltros artesanales, donde los propios habitantes aprendan a construir y mantener filtros naturales con materiales locales (como arena, grava y carbón) para reducir la contaminación del arroyo La Piragua. Esto no solo promovería una mejora inmediata en la calidad del agua, sino que empoderaría a la comunidad con soluciones sostenibles y de bajo costo.

Se sugiere la implementación de biofiltros naturales en la ribera del arroyo La Piragua, aprovechando la capacidad de plantas acuáticas como juncos y totoras para absorber contaminantes y mejorar la calidad del agua. Estos biofiltros actuarían como barreras naturales que no solo reducen la carga de contaminantes físicos y químicos, sino que también contribuyen al fortalecimiento del ecosistema local. Además, este sistema es sostenible a largo plazo y requiere un mantenimiento mínimo, lo que facilita la participación comunitaria en su implementación y cuidado.

Se insta que las estrategias propuestas sean implementadas con un enfoque de capacitación y sensibilización dirigido tanto a la comunidad como a los actores involucrados en la gestión del agua. Esto garantizará la adopción de prácticas sostenibles a largo plazo, mejorando el manejo de los efluentes detectados en el arroyo La Piragua. Asimismo, se sugiere establecer un sistema de monitoreo continuo que permita evaluar la efectividad de las medidas implementadas y ajustarlas según los resultados obtenidos, asegurando así la conservación del recurso hídrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, I. (2010). Calidad del agua: Un enfoque multidisciplinario. Instituto de Investigaciones Económicas. UNAM.
- APHA. (2005). Standard method for examination of water and waste water. *American Public Health Association, Washington, DC, 20th edn.*
- Argüelles Pascual, V., Hernández Palacios, D., Cuevas Rivera, I. B., & Andrade Hernández, E. (2020). Clasificación de estrategias de aprendizaje. *Ciencia Huasteca Boletín Científico de La Escuela Superior de Huejutla*, 8(16). <https://doi.org/10.29057/esh.v8i16.5745>
- Arias-Muñoz, P., Saz, M. A., & Escolano, S. (2023). Estimación de la erosión del suelo mediante el modelo RUSLE. Caso de estudio: cuenca media alta del río Mira en los Andes de Ecuador. *Investigaciones Geográficas*, 79. <https://doi.org/10.14198/ingeo.22390>
- Avilés, D. (2021). *Caracterización de la microbiota intestinal de Andinoacara rivulatus (vieja azul) y Cichlasoma festae (vieja roja) provenientes del proyecto multipropósito "Baba", en la Cuenca alta del río Guayas.* Universidad de las Fuerzas Armadas .
- Ayala, G. (2019). Estadística básica. *Animal Genetics*, 39(5).
- Ayala, M., Pernía, B., & Cornejo, X. (2021). Determinación de la capacidad de remoción de cadmio por *Salvinia auriculata* Aubl. en agua contaminada. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 13(2). <https://doi.org/10.53591/cna.v13i2.1191>
- Baque Mite, R., Simba Ochoa, L., Gonzalez Osorio, B., Suatunce, P., Diaz Ocampo, E., & Cadme Arevalo, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador / Quality of water intended for human consumption in a canton of Ecuador. *CIENCIA UNEMI*, 9(20). <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss20.2016pp109-117p>
- Bello, Y., Donaire, D., Boza, J., Intriago, M., Laje, C., & Mera, J. (2016). El consumo de agua no potabilizada y su efecto en la salud de los habitantes del cantón Buena Fe. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, Septiembre.
- Bernal Torres, C. A. (2017). Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (3.a ed.). Pearson Educación. In *Metodología de la investigación* (Vol. 1999, Issue December).

- Berrocal, N., & Pérez, E. (2021). Determinación de la calidad del agua para consumo humano del asentamiento el Barón, Esparza-Puntarenas. *Revista Pensamiento Actual*, 21(37).
- Borrero García, C. B. (2018). Metodología para determinación del índice de calidad del agua a partir de parámetros fáciles de medir en campo. *Universidad de Los Andes- Repositorio Institucional Séneca*.
- Chesapeake Bay Program. (2015). *Reducción de nutrientes y mejora de la calidad del agua en la Bahía de Chesapeake*. https://www.chesapeakebay.net/what/programs/nutrient_reduction
- Costa, F. V., Ramos, J. L. C., & Vieira, D. D. (2020). Produção científica e princípios da Educação em Agroecologia. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 55. <https://doi.org/10.5380/dma.v55i0.72896>
- El País. (2021). *Holanda crea un ministerio para reducir el impacto de las cada vez más grandes granjas porcinas*. El País. https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2021/10/18/actualidad/1634560800_456640.html
- EPA. (2015). *Nutrient Pollution in the Chesapeake Bay: Overview of Nutrient Reduction Strategies*. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/nutrientpollution/chesapeake-bay>
- Espinoza Cruz, P. J., Lucas Aguirre, Y. M., Ramos Mosquera, B., & Alarcón Salvatierra, J. A. (2022). Impacto del internet de las cosas en el control y monitoreo de los parámetros del agua para la producción del camarón de Ecuador. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 6(43). <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss43.2022pp83-92>
- Espinoza Lastra, Ó. R., Lluglla Luna, L. A., & Padilla Buñay, A. (2022). Emprendimiento de Comunidades Rurales y Desarrollo Local. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(S1).
- FAO. (2018). *Programa de gestión de residuos animales en Países Bajos: Impacto en la calidad del agua*. Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org>
- Fernández-García, A. (2017). Diseño de Proyectos Sociales. Aplicaciones prácticas para su planificación, gestión y evaluación. *Revista Complutense de Educación*, 28(2). <https://doi.org/10.5209/rced.52621>

- Finley, J. B., Robinson, E., & Justin DeRose, R. (2023). Arroyo formation impacts on an early dryland agricultural community in Northeastern Utah, USA. *Geoarchaeology*, 38(1). <https://doi.org/10.1002/gea.21942>
- Flores, E., Miranda, M., & Miguel, V. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. *Estadística inferencial. Revista Alergia México*, 64(3).
- Gallo-González, A. K., & Vázquez-Rodríguez, G. A. (2021). Uso de zeolitas para el control de fuentes no puntuales de contaminación del agua: revisión. *Ingeniería Del Agua*, 25(4). <https://doi.org/10.4995/ia.2021.15897>
- Galvani, I., Ponce de León, A., & Lucci, M. J. (2021). Interpretar las estadísticas públicas con integrantes de organizaciones sociales: la experiencia de un proyecto de extensión universitaria. *Geograficando*, 17(2). <https://doi.org/10.24215/2346898xe101>
- García, M., & Torres, L. (2019). Impacto de la actividad agrícola en la calidad del agua en comunidades rurales de Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Ciencias Ambientales*, 17(2), 45–60.
- Gaspar-Santos, M. E., Macias-Cedeño, S. J., Semanate-Rosales, G. N., & De-León-Álvarez, R. R. (2022). Implicaciones jurídicas de la contaminación en ríos por operación de lavadoras y lubricadoras en Ecuador. *IUSTITIA SOCIALIS*, 7(2). <https://doi.org/10.35381/raji.v7i2.2371>
- Gaviria Peña, C., & Márquez Fernández, C. A. (2020). Estadística descriptiva y probabilidad. In *Estadística descriptiva y probabilidad*. <https://doi.org/10.21500/9789588474779>
- Giacometti, J. C., & Bersosa, F. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín Técnico 6, Serie Zoológica*, 2(Appendix 1).
- González-Osorio, B. B., Saá-Yáñez, L. M., Simba-Ochoa, L. F., Barragán-Monrroy, R., & Cadme-Arevalo, M. L. (2022). Vegetación riparia y la calidad del recurso hídrico en la zona centro del litoral Ecuatoriano. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, 40. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1070>
- Gupta, R. (2008). *Hydrology and Water Resources*. New Delhi: McGraw-Hill.
- Gutiérrez, V., Zapata Martelo, E., Nazar Beutelspacher, A., Salvatierra Izaba, B., & Ruiz de Oña, C. (2019). Gobernanza en la gestión integral de recursos hídricos en las

- subcuencas Río Sabinal y Cañón Del Sumidero en Chiapas, México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 16(2). <https://doi.org/10.22231/asyd.v16i2.1005>
- Heredia, R. L., & Sunny, A. (2021). Análisis de la categoría de riesgo de los ajolotes de arroyos de alta montaña (Caudata: Ambystoma). *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA (N.S.)*. <https://doi.org/10.21829/azm.2021.3712315>
- Ibarra Cornejo, J. L., Fernández Lara, M. J., Aguas Alveal, E. V., Pozo Castro, A. F., Antillanca Hernández, B., & Quidequeo Reffers, D. G. (2018). Efectos del reposo prolongado en adultos mayores hospitalizados. *Anales de La Facultad de Medicina*, 78(4). <https://doi.org/10.15381/anales.v78i4.14268>
- INRH. (2021). *Valoraciones estadísticas del Agua en Cuba*. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. <https://www.hidro.gob.cu/es/noticias/valoraciones-estadisticas-del-agua-en-cuba-2020-i>
- Jaramillo, M. F., Cardona Zea, D. A., & Galvis, A. (2020). Reutilización de las aguas residuales municipales como estrategia de prevención y control de la contaminación hídrica. Caso de estudio: Cuencas de los ríos Bolo y Frayle (Colombia). *INGENIERÍA Y COMPETITIVIDAD*, 22(2). <https://doi.org/10.25100/iyc.v22i2.9412>
- Jaramillo, R., & Pérez, A. (2018). Calidad de agua y prácticas agrícolas en el Ecuador rural: un enfoque desde la educación ambiental. *Ecología Aplicada*, 19(3), 31–47.
- Jarrín, A. E., Salazar, J. G., & Mestre, M. M.-F. (2017). Evaluación del riesgo a la contaminación de los acuíferos de la Reserva Biológica de Limoncocha, Amazonía Ecuatoriana. *Revista Ambiente e Agua*, 12(4).
- Juárez-Rosales, J., Ponce-Palafox, J. T., Román-Gutiérrez, A. D., Otazo-Sánchez, E. M., Marmolejo-Santillán, G. P. F. Y., Tapia-Varela, R., & Benítez-Mandujano, M. A. (2022). Factores técnicos del manejo de la calidad agua y sedimento en policultivo camarón-tilapia en estanques. *Revista MVZ Cordoba*, 27(1). <https://doi.org/10.21897/RMVZ.2147>
- Larramendi Benítez, E. M., Verdecia, G. M., & Plana Castell, M. A. (2021). Escasez y contaminación del agua, realidades del siglo XXI. *16 de Abril*, 60(279).
- Larramendi et al. (2021). Escasez y Contaminacion del agua, realidades del siglo XXI. *Editorial Ciencias Médicas (ECIMED)*, 60(259).
- Linhoff, B. S., & Lunzer, J. J. (2021). Discovery of a large subsoil nitrate reservoir in an arroyo floodplain and associated aquifer contamination. *Geology*, 49(6). <https://doi.org/10.1130/G47916.1>

- López, P., Alvarado, C., & Vargas, M. (2020). Educación ambiental y su impacto en la reducción de la contaminación hídrica en comunidades rurales del Ecuador. *Revista Latinoamericana de Educación Ambiental*, 25(1), 85–102.
- Marca Maquera, H. R., Mamani Socno, V. Y. F., Arce Coaquira, R. R., & Quispe Mamani, J. C. (2019). Efectos de la contaminación hídrica sobre la salud pública de la población de la cuenca Coata, de la región de Puno–2019. *Journal of the Academy*, 3.
- Melero, J. A. (2021). Contaminación hídrica y depuración de aguas residuales. *Universidad Rey Juan Carlos*.
- Méndez, P., Arcos, J., & Cazorla, X. (2020a). Determinación del índice de calidad del agua (NSF) del río Copueno ubicado en Cantón Morona. *Dominio de Las Ciencias*, 6(2).
- Méndez, P., Arcos, J., & Cazorla, X. (2020b). Determinación del índice de calidad del agua (NSF) del río Copueno ubicado en Cantón Morona. *Dominio de Las Ciencias*, 6(2).
- Ministerio del Ambiente. (2015). Libro VI Anexo 5 TULSMA. *Limites Permisibles de Niveles de Ruido Ambiente Para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles, y Para Vibraciones*.
- Ministerio del ambiente. (2021). *Reserva Ecológica Manglares Churute | Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador*. Punto Verde.
- Molina-Manzo, A. D., Gaibor-Verdezoto, G., & Rosero-Mora, D. (2020). Ordenanza municipal sobre las normativas ambientales para regular la contaminación hídrica. *IUSTITIA SOCIALIS*, 5(3). <https://doi.org/10.35381/racji.v5i3.1117>
- Norma María Guerrero Chuez, Norma María Guerrero Chuez, Macias Diaz Darwin, & Urdanigo Zambrano Juan Pablo. (2022). Relación entre los usos de suelo y la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en el estero el Barro de la microcuenca baja del río Quevedo. *Centrosur Agraria*, E1.
- OMS. (2017). OMS | Salubridad y calidad del agua. *WHO*.
- OMS. (2019). Guías para la calidad del agua de consumo humano. *Organización Mundial de La Salud*, 4.
- Oviedo, B., Morán, E., Nájera, J., & Bolívar, D. (2018). Implementación del sistema de alerta temprana “sat” para evitar pérdidas humanas y materiales por inundaciones

- en las zonas periféricas de la ciudad de Quevedo. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 21(4).
- Pacheco, J., Hernández, A., & Ríos, M. (2012). La relación entre la actividad agrícola y los niveles de DBO en los cuerpos de agua rurales en Ecuador. *Environmental Science Journal*, 14(4), 55–68.
- PAHO. (2022). *Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial*. . Plan American Health Organization . <https://iris.paho.org/handle/10665.2/55266>
- Paredes, M. (2016). Metodología de Planificación Estratégica. *Revista Científica*.
- Pradhan, N. R., & Floyd, I. (2021). Event based post-fire hydrological modeling of the upper Arroyo Seco watershed in southern California. *Water (Switzerland)*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/w13162303>
- Quispe Fernandez, G. M. (2016). Visiones del desarrollo endógeno desde las comunidades locales / Endogenous development visions in local communities. *Revista Perspectivas*, 37.
- Quispe Mamani, J. C., Marca Maquera, H. R., Mamani Sonco, V. Y. F., & Arce Coaquira, R. R. (2020). Efectos de la contaminación hídrica sobre la salud pública de la población de la cuenca Coata, de la región de Puno – 2019. *Journal of the Academy*, 3. <https://doi.org/10.47058/joa3.1>
- Ramírez, D., Benavides, C., & Ortiz, P. (2020). Falta de educación ambiental y su correlación con la contaminación hídrica en comunidades rurales del Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Desarrollo Sostenible*, 28(3), 15–33.
- Ramírez Ríos, A., & Polack Peña, A. M. (2020). Estadística inferencial. Elección de una prueba estadística no paramétrica en investigación científica. *Horizonte de La Ciencia*, 10(19). <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2020.19.597>
- Ramos Valle, A. J. (2021). Caracterización de la vulnerabilidad hidrogeológica en el acuífero del valle de Achuapa, Nicaragua, mediante el uso del método DRASTIC. *Agua, Saneamiento & Ambiente*, 16(1). <https://doi.org/10.36829/08asa.v16i1.1090>
- Rendón-Macías, M. E., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Novales, M. G. (2016). Estadística descriptiva. *Revista Alergia México*, 63(4). <https://doi.org/10.29262/ram.v63i4.230>
- Reyes Vera, C. H., González Quiñonez, L. A., Cevallos Mina, M. G., Realpe Bolaños, K. R., Estrada Vásquez, E. L., & Delgado Rezavala, F. J. (2022). Fragmentación del

- paisaje en la cuenca del Río Esmeraldas – Ecuador. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(1). <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i1.301>
- Rios, E. (2017). Contaminación del agua: Qué es, causas, consecuencias y soluciones. *Cumbres Pueblos*.
- Robinson, R. (2015). Caracterización de la calidad del agua para consumo doméstico del Río Quevedo en el Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos. In *Repositorio de Tesis Universidad de Guayaquil*.
- Rodríguez, M. D. (2019). Estadística inferencial aplicada. In *Estadística inferencial aplicada*. <https://doi.org/10.2307/j.ctvswx88n>
- Rojas, J., & Rojas, J. (2017). Participación ciudadana, calidad de vida y justicia trans-regional territorial: una línea base social de bien común. *Ambiente & Sociedade*, 20(1).
- Saavedra Cotrina, D. (2019). Determinación de niveles de contaminación del agua a partir de técnicas de análisis multivariable. *Publicaciones e Investigación*, 13(1). <https://doi.org/10.22490/25394088.3263>
- Salazar Arias, J. P., Guanoquiza Tello, L. L., Borges García, M., Lasluisa Cabascango, E. W., Ortiz Bustamante, V. M., & Reyes Pérez, J. J. (2020). Impactos ambientales negativos de la urbanización en la localidad residencial del Río Quevedo, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3).
- Sánchez-Gutiérrez, R., Alfaro-Chinchilla, C., Ledezma-Zamora, K., Hernando-Echeverría, L., Mora-Aparicio, C., & Pérez-Salazar, R. (2021). Aspectos del contexto socioambiental que inciden en la contaminación del recurso hídrico en un cantón urbano. *Uniciencia*, 35(2). <https://doi.org/10.15359/ru.35-2.20>
- Senplades. (2020). *Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Quevedo*. Gad Municipal Del Cantón Quevedo.
- Serrano, A. M., Tiuzo, S. C., & Martínez, M. S. (2019). Estrategias Empresariales para una Población Vulnerable en Colombia. *Información Tecnológica*, 30(6). <https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000600147>
- Tejeda, P. G., & Manjarrez, P. L. (2021). Percepción del paisaje socioambiental agroecológico: trazos para el desarrollo humano en Tlajomulco de Zúñiga Jalisco, México. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 13. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20210083>

- Trejo-Albarrán, R., Flores-Ibarra, K. L., Trujillo-Jiménez, P., Granados-Ramírez, J. G., Gómez-Márquez, J. L., & Sánchez, L. A. (2021). Calidad del agua en estanques de cultivo de peces mediante algunos parámetros físicos y químicos. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(4). <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n4-049>
- Villamar, S., & Reyes, G. (2021). Análisis de la turbidez en cuerpos de agua rurales del Ecuador y su relación con la infraestructura sanitaria deficiente. *Journal of Public Health in Ecuador*, 18(4), 102–115.
- Villena Chávez, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2). <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Ward, A., & Trimble, S. (2004). *Environmental Hydrology* (2nd ed.). CRC Press.
- Yépez Rosado, Á., Yépez Yanez, Á. B., Urdánigo Zambrano, J., Morales Cabezas, D. C., Guerrero Chuez, N. M., & TayHing Cajas, C. C. (2017). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 10(1). <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i1.217>
- Zapata, A. R. (2014). Humedales artificiales - Una propuesta para la mitigación de la contaminación hídrica de la quebrada La Nutria, de los cerros orientales de Bogotá D.C. *Universidad de Manizales*.

ANEXOS

A continuación, se adjuntan todos los anexos recopilados durante el riguroso proceso de investigación llevado a cabo. Estos anexos proporcionan información complementaria y detallada que respalda y enriquece los hallazgos y conclusiones presentados en el estudio.

Anexo 1. Banco de preguntas utilizado para conocer la percepción de los habitantes del recinto Montoya sobre aspectos socioambientales del arroyo La Piragua del cantón Quevedo



Universidad Andina Simón Bolívar

Encuesta sobre la percepción de la contaminación hídrica en el Arroyo La Piragua

Estimadas familias del recinto Montoya,

Como parte de un estudio académico para optar al título de Master en Seguridad Industrial y Medio Ambiente, ofrecido por la Universidad Andina Simón Bolívar, estamos llevando a cabo una investigación sobre la contaminación hídrica por descarga de efluentes en las aguas del arroyo “La Piragua” del cantón Quevedo, Ecuador. Sus respuestas serán utilizadas únicamente con fines académicos y nos ayudarán a comprender mejor la percepción de la comunidad sobre este importante problema ambiental y a identificar posibles soluciones.

¡Su participación es fundamental para nuestro trabajo de investigación!

Bloque 1.	
1. Información General	
1.1. Indique su género	
a)	Masculino
b)	Femenino
c)	Otro
1.2. ¿Cuál es el rango de edad?	
a)	a) Entre 18 y 22 años
b)	b) Entre 23 y 25 años

- c) c) Entre 26 y 28 años
- d) d) Entre 29 y 30 años
- e) e) Más de 30 años

1.3. ¿Hace cuánto tiempo usted vive en el recinto Montoya, Ubicado en las riberas del arrollo La Piragua?

- a) Menos de 6 meses
- b) Entre 1 o 2 años
- c) Entre 2 y 3 años
- d) Más de 3 años

1.4. ¿Cuál es el número de integrantes de su familia?

- a) 2 a 3 integrantes
- b) 4 a 6 integrantes
- c) 7 a 10 integrantes
- d) Mas de integrantes

Bloque 2.

2. Estado del Arroyo La Piragua

2.1. ¿Qué aspecto físico presenta el Arroyo La Piragua según su observación?

- a) Suciedad visible
- b) Limpieza evidente
- c) Presencia de sedimentos
- d) Indicios de contaminación
- e) Otro

2.2. ¿Cuáles de las alternativas de la siguiente lista considera pueden ser una fuente de contaminación del arroyo La Piragua?

- a) Fuentes agrícolas
- b) Fuentes domesticas
- c) Fuentes residuales

d) Fuentes industriales

e) Otras fuentes

2.3. ¿En la superficie del arroyo La Piragua se han observado contaminantes?

a) Siempre

b) Casi Siempre

c) A veces

d) Nunca

e) Casi Nunca

2.4. ¿Está usted al tanto de la presencia de industrias que vierten sus desechos al arroyo La Piragua?

a) Totalmente en desacuerdo

b) En desacuerdo

c) Ni en acuerdo ni en desacuerdo

d) De acuerdo

e) Totalmente de acuerdo

2.5. ¿Conoce usted si las aguas residuales y domesticas son depositadas en el Arroyo La Piragua?

a) Siempre

b) Casi Siempre

c) A veces

d) Nunca

e) Casi Nunca

2.6. ¿Cuáles de las siguientes actividades u acciones son comunes se realicen sobre las riberas del arroyo la Piragua?

a) Depositar desechos solidos

b) Lavado de ropa

c) Lavado de motos, bicicletas o coches

d) Aseo de personas

e) Aseo de animales

f) Usos recreativos

Bloque 3.**3. Situaciones presentadas por el uso del agua del arroyo La Piragua****3.1. ¿Cuál es su principalmente fuente de recursos hídrico?**

- a) Agua potable
- b) Agua suministrada por tanqueros
- c) Agua del arroyo la Piragua
- d) Pozo de agua profunda

3.2. ¿Cuál es su nivel de preocupación por los efectos del aprovechamiento del agua del Arroyo La Piragua en la salud pública y el medio ambiente?

- a) Muy preocupado
- b) Preocupado
- c) Algo preocupado
- d) Poco preocupado
- e) Nada preocupado

3.3. ¿Para la preparación de sus alimentos usted utiliza el agua del Arroyo la Piragua?

- a) Siempre
- b) Casi Siempre
- c) A veces
- d) Nunca
- e) Casi Nunca

3.4. ¿Se han presentado problemas de salud por el uso del agua del arroyo La Piragua?

- f) Siempre
- g) Casi Siempre
- h) A veces
- i) Nunca
- j) Casi Nunca

3.5. ¿Indique cuáles son las enfermedades más frecuentes que se hayan presentado en la comunidad que se crea son derivadas del agua consumida?

- a) Enfermedades digestivas

- b) Enfermedades respiratorias
- c) Enfermedades a la piel
- d) Otras enfermedades

Bloque 4

Atención y cuidados del recurso hídrico

4.1. ¿Alguna vez el Gad Municipal del cantón Quevedo o Ministerio del ambiente ha realizado estudios en el Arroyo La Piragua?

- a) Siempre
- b) Casi Siempre
- c) A veces
- d) Nunca
- e) Casi Nunca

4.2. ¿Investigadores independientes o estudiantes universitarios han realizado estudios dentro del arroyo?

- a) Siempre
- b) Casi Siempre
- c) A veces
- d) Nunca
- e) Casi Nunca

4.3. ¿En alguna ocasión usted ha sido capacitado sobre buenas prácticas ambientales sobre las conservaciones del agua del arroyo?

- a) Siempre
- b) Casi Siempre
- c) A veces
- d) Nunca
- e) Casi Nunca

4.4. ¿Considera usted que sus acciones domesticas u actividades realizadas han aportado a que se genere algún tipo de contaminación al arroyo?

- a) Siempre
- b) Casi Siempre
- c) A veces
- d) Nunca

e) Casi Nunca

4.5. ¿Sus desechos orgánicos y aguas residuales son depositadas directamente al Arroyo?

a) Siempre

b) Casi Siempre

c) A veces

d) Nunca

e) Casi Nunca

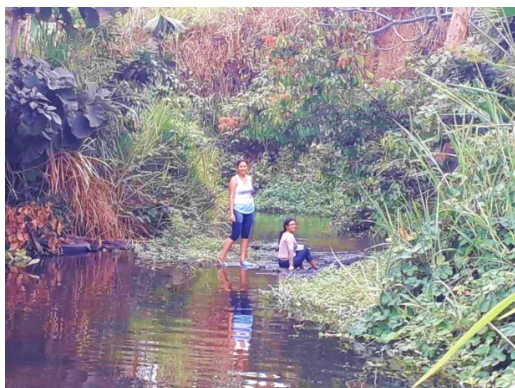
Anexo 2. Detalles del presupuesto gastado durante el proceso de investigación**Tabla 30. Presupuesto de la investigación**

Ítem	Cantidad	Precio Unitario	Total
Pasajes (para desplazamiento al sitio de muestreo)	50	\$3.00	\$150.00
Impresiones de documentos para encuesta (costo por página)	80	\$0.05	\$4.00
Material de protección (guantes, mascarillas, etc.)	10	\$3.00	\$30.00
Análisis microbiológicos (exámenes de calidad bacteriana del agua)	40	\$5.00	\$200.00
Análisis físico-químicos (restantes)	10	\$8.00	\$80.00
Equipamiento para muestreo de agua (kits de recolección de muestras)	1	\$90.00	\$90.00
Software de análisis de datos (licencia de software especializado)	1	\$40.00	\$40.00
Viáticos para tutor al sitio experimental (costos de alojamiento y alimentación)	1	\$100.00	\$100.00
Gastos administrativos y de gestión (costos operativos)	1	\$40.00	\$40.00
Alimentación durante proceso investigativo en campo	1	\$150.00	\$150.00
Imprevistos (15% del total)	-	-	\$206.25
Total	-	-	\$984.2

Nota. El presupuesto presentado abarcó todos los costos previstos relacionados con la investigación. Se asignó un total de \$150.00 para cubrir los pasajes, asegurando así el

transporte efectivo al sitio de muestreo. Se estimó que se necesitarían 80 impresiones de documentos para la encuesta, lo que sumó un costo de \$4.00. Además, se destinó \$30.00 para adquirir material de protección, garantizando la seguridad del equipo durante el muestreo. Para llevar a cabo análisis microbiológicos y físico-químicos del agua del arroyo La Piragua, se asignó un presupuesto total de \$280.00. Este incluyó pruebas de calidad bacteriana, pH, turbidez, entre otros parámetros. Asimismo, se reservaron \$90.00 para adquirir equipos necesarios para el muestreo de agua, y \$40.00 para la licencia de software de análisis de datos. Para cubrir los costos de alojamiento y alimentación del tutor durante su estadía en el sitio experimental, se asignaron \$100.00. Además, se reservaron \$40.00 para gastos administrativos y de gestión. Finalmente, se destinó un presupuesto de \$150.00 para garantizar la alimentación adecuada del equipo durante el proceso de investigación en campo. Con un 15% del total del presupuesto reservado para imprevistos, se aseguró un respaldo financiero para cualquier gasto adicional no previsto inicialmente. En conjunto, el presupuesto total estimado para la investigación ascendió a \$984.25, proporcionando una base financiera sólida para todas las actividades planificadas en el proyecto.

Anexo 3. haciendo uso del agua del arroyo



Anexo 4. Áreas agrícolas e ingresos al recinto Montoya



Anexo 5. Equipos para el análisis de las muestras en los laboratorios de aguas y suelos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo



Medidor de turbidez de las tres



Oxígeno disuelto y conductividad eléctrica medida en el multipárametro y potencial de

Anexo 6. Recolección de muestras



Anexo 7. Viviendas y áreas del Recinto Montoya



Anexo 8. Análisis de muestras en el laboratorio



Anexo 9. Base de datos aguas abajo y aguas arriba del arroyo evaluado

		Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6		Semana 7		Semana 8		Punto 1		Punto 2		
Parametros Físico Químicos		P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	Σ	X̄	Σ	X̄	
6	Conductividad eléctrica (Us/Cm)	53	48	49	51	55	59	60	56	66	70	66	61	65	62	64	62	462	57,75	479	59,88	
7	Color (UPC)	66	67,01	66,1	65,2	66,2	65,1	66	65	66,01	65,3	66,03	65,09	66,05	65,1	66,08	65,09	528,47	66,06	522,89	65,36	
8	Temperatura (°C)	24	24,2	24,1	24,9	24,5	23,99	24,1	24,01	24,2	24,06	23,99	24,09	23,07	24,2	24	24,33	191,96	24,00	193,78	24,22	
9	Turbidez (NTU)	15,3	15	14,9	14,99	15,1	14,98	15,3	14,96	15,1	14,95	15	14,97	15,1	14,98	15,12	14,99	120,92	15,12	119,82	14,98	
10	Sólidos disueltos totales (mg/l)	48	46	52	49	55	47	57	45	59	49	61	43	46	55	51	49	429	53,63	383	47,88	
11	Potencial de hidrogeno	7,99	7,6	7,95	7,8	7,99	7,77	8,02	7,55	7,98	7,6	7,99	7,56	8,01	7,45	8	7,55	63,93	7,99	60,88	7,61	
12	Oxigeno disuelto (% Sat)	8,1	7,4	8,2	7,3	8,09	7,55	8,7	7,59	8,66	7,51	8,43	8,34	7,9	8,37	7,98	8,55	66,06	8,26	62,61	7,83	
13	Fosfato (mg/l)	1,5	2,39	1,44	2,38	1,39	2,34	1,36	2,44	1,33	2,43	1,23	2,45	1,25	2,4	1,29	2,99	10,79	1,35	19,82	2,48	
14	Nitratos (mg/l)	2,03	2,56	2,09	2,57	2,1	2,66	2,16	2,53	2,19	2,59	2,15	2,58	2,16	2,56	2,18	2,45	17,06	2,13	20,5	2,56	
15	DBO (mg/l)	3	3,2	3,12	3,4	3,09	3,22	3,08	3,25	3,05	3,28	3,1	3,22	3,12	3,24	3,1	3,26	24,66	3,08	26,07	3,26	
16	Cloruro (Mg/L)	9,3	8,4	9,3	8,1	8,3	8,2	8,2	8,12	8,17	8,19	8,21	8,24	8,29	8,24	7,99	8,9	67,76	8,47	66,39	8,30	
17	Alcalinidad (Mg/L)	85	88,1	90,4	89,34	87,45	85,2	87,4	90,1	85,3	81,9	88,4	84,9	85,7	84,9	87,9	90,4	697,55	87,19	694,84	86,86	
18	Dureza	145	134	137	155	144	145	167	155	148	155	161	169	155	162	157	159	1214	151,75	1234	154,25	
19	Calcio (mg/l)	50	55,4	52,7	58,8	59,5	58,4	59	54,6	55,3	56,4	57,8	59,34	59,3	58,4	55,9	56,7	449,5	56,19	458,04	57,26	
20	Parametros biológicos																					
21	Coliformes totales (NMP/100 MI)	999	300	900	950	980	600	958	700	970	400	790	890	990	1056	998	678	7585	948,13	5574	696,75	
22	Coliformes fecales (NMP/100 MI)	699	450	477	465	567	550	700	457	500	356	456	450	455	468	589	788	4443	555,38	3984	498,00	

Anexo 10. Evidencia de la tabulación de las encuestas

