

Universidad Nacional, Costa Rica

Sede Regional Chorotega

Campus Liberia

**“Propuesta para el desarrollo de un plan de gestión ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del Río La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica”**

Informe de proyecto final de graduación presentado en Universidad Nacional, Sede Regional Chorotega, Campus Liberia.

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Hidrológica

Sustentante:

Diana Paola Kopper Álvarez

207310938

Supervisor:

Dr. Rolando Madriz Vargas

Liberia, Guanacaste, Costa Rica

Febrero, 2022

## ACTA DE APROBACIÓN

La comisión examinadora del proyecto final de graduación titulado: **“Propuesta para el desarrollo de un Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica”** estuvo integrada por los siguientes académicos:

---

Msc. Dorian Chavarría López

Representante de Decanatura, Sede Regional Chorotega

---

ME.d Wagner Castro Castillo

Director Académico Universidad Nacional, Campus Liberia

---

Dr. Rolando Madriz Vargas

Coordinador de la Carrera de Ingeniería Hidrológica

---

Dr. Rodrigo Rojas Morales

Lector

---

Msc. Ronald Sanchez Brenes

Lector

## Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a mi padre, madre y mis dos hermanos quienes han estado presente en cada segundo de mi vida apoyándome, alentándome a seguir adelante y por quienes el día de hoy estoy aquí. Además, a mis queridas abuelas, dos en la tierra y una en el cielo que me acompaña desde allá y por último a mi compañero de vida y aventuras, que me ha apoyado y acompañado desde el inicio de mi formación y sigue presente en cada pequeño logro que consigo. ¡Que la vida les devuelve su cariño y comprensión!

## Agradecimientos

Quisiera agradecer profundamente a La Alianza Nacional de Ríos y Cuencas por abrirme las puertas y confiar en mí, a Doña Lorena Salmerón por guiarme, ayudarme en las giras de campo, acogerme en su seno de profesora y amiga. A los profesores Jorge Boza Quesada, Rolando Vargas Madriz y Rodrigo Rojas Morales, por ofrecer su apoyo y compartir siempre su conocimiento conmigo. Por último, quisiera agradecer muy especialmente a Jaime Muñoz Aguirre, un colega y amigo muy representativo, quien desde que nos conocimos me ha apoyado, orientado, brindado ánimo, así como contribuido grandemente a mi crecimiento profesional y humano.

## Resumen Ejecutivo

Este proyecto se fundamenta en la elaboración de una propuesta para el desarrollo de un plan de gestión ambiental enfocado en la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, ubicado en San Ramón, Alajuela, Costa Rica. El río La Paz es afluente del río Barranca, cuerpo de agua que desemboca en el mar. Por esta razón la unidad hidrográfica del río La Paz es considerada como subcuenca y no cuenca hidrográfica. Tanto el río La Paz como el río Barranca son empleados para el abastecimiento de consumo humano mediante la captación de sus recursos superficiales.

Los Pronósticos Planes de Gestión Ambiental (P-PGA) son una herramienta técnica que permite prevenir, mitigar y compensar potenciales impactos negativos al medio ambiente. En Costa Rica los P-PGA se encuentran regulados mediante el Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, donde se estipula su metodología de acción y el formato que deben presentar.

Tomando en cuenta los estudios de prefactibilidad elaborados, se puede mencionar que este proyecto es viable desde las perspectivas: social, legal, ambiental, técnica, organizacional y financiera, dando luz verde para su puesta en marcha.

El marco metodológico utilizado constó de tres etapas. La primera correspondió a la caracterización de las actividades socio productivas que se desarrollan en la subcuenca del río La Paz. La segunda etapa tuvo que ver con la elaboración de una versión preliminar de la propuesta de Plan de Gestión Ambiental (PGA). La tercera y última etapa consistió en la validación de la propuesta de PGA realizada, mediante grupos focales con expertos en el tema y actores clave del proyecto.

Como principales resultados se obtuvo un mapa de uso de suelo de la subcuenca del río, así como la versión final de la Propuesta de PGA agregando las observaciones de las personas participantes de los grupos focales. Adicionalmente, se pudieron evidenciar hallazgos durante las visitas de campo realizadas.

Se concluyó que la subcuenca del río La Paz presenta siete gremios socio productivos diversos. El Plan de Gestión Ambiental elaborado ofrece alternativas de prevención mitigación y compensación de potenciales impactos a los bienes comunes de la subcuenca del río La Paz. La propuesta de PGA permite el trabajo en conjunto de la institucionalidad y la comunidad. A lo largo de la subcuenca se presentan vertidos de aguas ordinarias no tratadas al alcantarillado pluvial poniendo el riesgo la salud de los ríos La Paz y Barranca empleados para abastecimiento de consumo humano.

## Abstract

This project tackles the development of a proposed Environmental Stewardship Plan focused on the preservation of the superficial water resource in the La Paz River, located in the community of San Ramón, Alajuela, Costa Rica. La Paz River flows out to the Barranca River, which flows into the Ocean. This means that the La Paz River hydrographic unity should be considered a sub basin, not a basin. Water is withdrawn from both bodies of water for human provision and use.

Environmental Stewardship Plans are a technical tool to enable prevention, mitigation and compensation of potential environmental risks. In Costa Rica, these plans are regulated by the “Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental” (EIA) No 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, which details the methodology and format that must be used in said plans.

The results of the pre-feasibility studies performed, shows that this project has the social, legal, environmental, technical, organizational and financial viability to move forward.

The project methodology is set on 3 stages. Starting with the characterization of the social-profitable activities performed in the La Paz River sub basin. After that, the second stage was the development of a preliminary version of the Enviromental Stewardship Plan. And the third and last stage, validating this version of the plan, by submitting it to focus groups comprised of Subject Matter Experts and Key Stakeholders for the Plan.

The key outputs of the project are a land use map for the La Paz River sub basin, as well as a version of the Environmental Stewardship Plan integrating the suggestions of the focused group sessions. In addition to the findings obtained in the various field visits

In conclusion, the La Paz River sub basin has seven different social-profitable sectors. This Environmental Stewardship Plan provides alternatives to prevent mitigate and compensate potential impacts to the common resources in the La Paz River sub basin. This proposal also allows for further collaboration between institutions and the community. Cases of untreated ordinary water waste flowing to the storm drain were identified, potentially impacting the La Paz and Barranca superficial hydric resource, used for human provision.

## Tabla de contenido

I Parte. Introducción.....	11
Capítulo 1. Introducción.....	11
1.1 Problemática.....	11
1.2 Justificación.....	13
1.3 Objetivos.....	14
1.3.1 Objetivo General.....	14
1.3.2 Objetivos Específicos.....	14
1.4 Alcances y limitaciones.....	15
1.4.1 Alcances.....	15
1.4.2 Limitaciones.....	15
II Parte. Contexto.....	16
Capítulo 2. Contexto.....	16
2.1 Antecedentes.....	16
2.2 Descripción del sitio.....	19
2.3 Características de la Subcuenca.....	20
2.3.1 Características climáticas.....	20
2.4 Actividades Socio productivas.....	21
Capítulo 3. Marco Teórico.....	22
3.1 Definición de conceptos clave.....	22
3.1.1 Cuencas Hidrográficas.....	22
3.1.2 Impacto de actividades socio productivas sobre las cuencas hidrográficas.....	22
3.1.3 La Gestión Ambiental.....	23
3.1.4 Calidad de Agua.....	24
3.1.5 Uso del suelo.....	25
3.2 Contextualización de herramientas técnicas.....	25
3.2.1 Planes de Gestión Ambiental.....	25
3.2.2 Sistemas de Información Geográfica.....	26
3.2.3 Metodología Clasificación No Supervisada.....	27
Capítulo 4. Estudios de Prefactibilidad.....	27
4.1 Estudio de Prefactibilidad Social.....	27
4.2 Estudio de Prefactibilidad Ambiental.....	29
4.3 Estudio de Prefactibilidad Legal.....	29

4.4. Estudio de Prefactibilidad Técnica .....	32
4.5 Estudio de Prefactibilidad Financiera .....	33
4.6 Estudio de Prefactibilidad Organizacional.....	34
III Parte. Diseño Metodológico .....	35
Capítulo 5. Metodología.....	35
5.1 Elementos generales de la metodología.....	35
5.1.1 Paradigma de investigación .....	35
5.1.2 Tipo de investigación .....	36
5.1.3 Método de investigación.....	36
5.1.4 Etapas de la investigación.....	37
5.2 Metodología del Proyecto .....	38
5.2.1 Caracterización de las actividades socio productivas de la subcuenca del río La Paz.....	40
5.2.2 Elaboración de Propuesta preliminar de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz.....	42
5.2.3 Proceso de validación de la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental .....	42
5.3 Relación entre los objetivos y las actividades planteadas.....	43
IV Parte. Resultados y Síntesis.....	45
Capítulo 6. Resultados y discusión.....	45
6.1 Caracterización de las actividades socio productivas que se desarrollan en la subcuenca del río La Paz .....	45
6.2 Elaboración de la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del Recurso Hídrico Superficial del río La Paz .....	47
6.2.1 Gestión de las aguas residuales generadas en la subcuenca del río La Paz.....	49
6.2.2 Gestión del agua empleada para abastecimiento de consumo humano .....	50
6.2.3 Gestión integrada del recurso hídrico superficial del río La Paz .....	52
6.2.4 Validación de la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz.....	53
6.3 Discusión de principales hallazgos.....	54
6.4 Discusión sobre objetivos planteados.....	60
6.5 Discusión sobre el diseño metodológico planteado.....	60
Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones.....	61
7.1 Conclusiones .....	61
7.2 Conclusiones de los hallazgos.....	61

7.3 Recomendaciones .....	62
7. 4 Recomendaciones e Implicaciones de los hallazgos .....	63
Referencias Bibliográficas .....	65
Anexos.....	74

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Diagrama de Ishikawa con la problemática del proyecto .....	12
<b>Figura 2.</b> Mapa de ubicación del sitio de estudio .....	20
<b>Figura 3.</b> Climograma del cantón de San Ramón, Alajuela, Costa Rica .....	21
<b>Figura 4.</b> Etapas de la investigación del proyecto .....	37
<b>Figura 5.</b> Flujograma del proyecto.....	39
<b>Figura 6.</b> Actividades realizadas para el cumplimiento de los objetivos propuestos .....	44
<b>Figura 7.</b> Cartografía digital del uso del suelo en el sitio de estudio .....	46
<b>Figura 8.</b> Ejes fundamentales abarcados en la PPGA y sus sectores socio productivos de incidencia.....	48
<b>Figura 9.</b> Diagrama con las medidas recomendadas para el sector agrícola en el primer eje de la PPGA .....	50
<b>Figura 10.</b> Diagrama con las medidas recomendadas para sector turismo de conservación en el segundo eje de la PPGA.....	51
<b>Figura 11.</b> Diagrama con las medidas ambientales recomendadas para la sección gestión de riesgos naturales y antrópicos del tercer eje de la PPGA .....	52
<b>Figura 12.</b> Evidencia de la ausencia de un alcantarillado pluvial en la parte media de la subcuenca .....	55
<b>Figura 13.</b> Evidencia de canal a cielo abierto para el transporte del agua pluvial.....	56
<b>Figura 14.</b> Evidencias del vertido de aguas ordinarias no tratadas al alcantarillado pluvial en la parte media y baja de la subcuenca respectivamente .....	57

## Índice de Cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Marco de gobernanza del recurso hídrico en Costa Rica .....	30
<b>Cuadro 2.</b> Presupuesto del proyecto .....	34
<b>Cuadro 3.</b> Visitas de Campo efectuadas a lo largo del proyecto .....	41
<b>Cuadro 4.</b> Caracterización de las actividades socio productivas llevadas a cabo en la subcuenca del río La Paz.....	47
<b>Cuadro 5.</b> Lista de personas asistentes al taller de validación con expertos y su relación con el tema .....	54

## Siglas y Abreviaturas

<b>Nombre</b>	<b>Significado</b>
<b>ADC</b>	Asociación de Desarrollo Comunal
<b>AyA</b>	Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillado
<b>BWMP</b>	Biological Monitoring Working Party
<b>CNS</b>	Clasificación no supervisada
<b>COMIMA</b>	Comisión Mixta de Control y Monitoreo Ambiental
<b>EIA</b>	Evaluación de Impacto Ambiental
<b>GPS</b>	Sistemas de Posicionamiento Global
<b>ICA</b>	Índice de Calidad del Agua
<b>INEC</b>	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
<b>MINAE</b>	Ministerio Nacional de Ambiente y Energía
<b>MinSa</b>	Ministerio de Salud Pública
<b>OCA</b>	Observatorio Ciudadano del Agua
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>PPGA</b>	Propuesta de Plan de Gestión Ambiental
<b>PGA</b>	Planes de Gestión Ambiental
<b>PGAI</b>	Plan de Gestión Ambiental Institucional
<b>SETENA</b>	Secretaría Técnica Nacional Ambiental
<b>SIG</b>	Sistemas de Información Geográfica
<b>SINAC</b>	Sistema Nacional de Áreas de Conservación

# I Parte. Introducción

## Capítulo 1. Introducción

Este estudio presenta una propuesta de plan de gestión ambiental como contribución en la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, ecosistema fluvial ubicado en el cantón de San Ramón de Alajuela y fuente de abastecimiento de consumo humano. En este proyecto se abordan la conservación en calidad del recurso hídrico superficial del río, la continuidad en el aprovechamiento responsable y seguro de este. El río la Paz es afluente de la Cuenca del río Barranca, por lo que la cuenca del río la Paz se considera como una subcuenca y no una microcuenca. La parte alta de la subcuenca del río no presenta mayor alteración humana, ya que se encuentra dentro de áreas protegidas y zonas utilizadas para turismo ecológico, sin embargo, las partes media y baja presentan importantes amenazas de alteración, principalmente, por el desarrollo de actividades socio productivas, así como el crecimiento poblacional (Rodríguez, 2017).

Este proyecto es apoyado por la Alianza Nacional de Ríos y Cuencas, organización sin fines de lucro que busca contribuir con los esfuerzos en pro de construir una unidad nacional sostenible, que comprenda la importancia del respeto y preservación de los recursos naturales en todas sus formas, para contribuir a la creación de una sociedad más participativa, sostenible, inclusiva, pacífica y democrática. La Alianza Nacional de Ríos y Cuencas cuenta con tres áreas de difusión: los Observatorios Ciudadanos del Agua (OCA), el programa de radio “Para que nuestros ríos lleguen limpios al mar” y una amplia biblioteca de publicaciones. Este estudio, en particular, es apoyado por el Observatorio Ciudadano del Agua del Río La Paz, que se encarga de involucrar a las comunidades de La Paz y Bajo La Paz principalmente, en la preservación del recurso, enfocándose en la sensibilización y educación ambiental mediante charlas, programas de voluntariado, monitoreos de calidad de agua, entre otras actividades, que propician la ciencia ciudadana, para apoyar la investigación con fines educativos.

Tomando en cuenta las necesidades sociales, ambientales y legales que justifican la importancia de preservar, así como gestionar responsablemente el agua superficial del río La Paz, se presentan los detalles de la primera fase del estudio, donde se detallará la problemática, los objetivos, el alcance del proyecto y las limitaciones para la puesta en marcha del estudio.

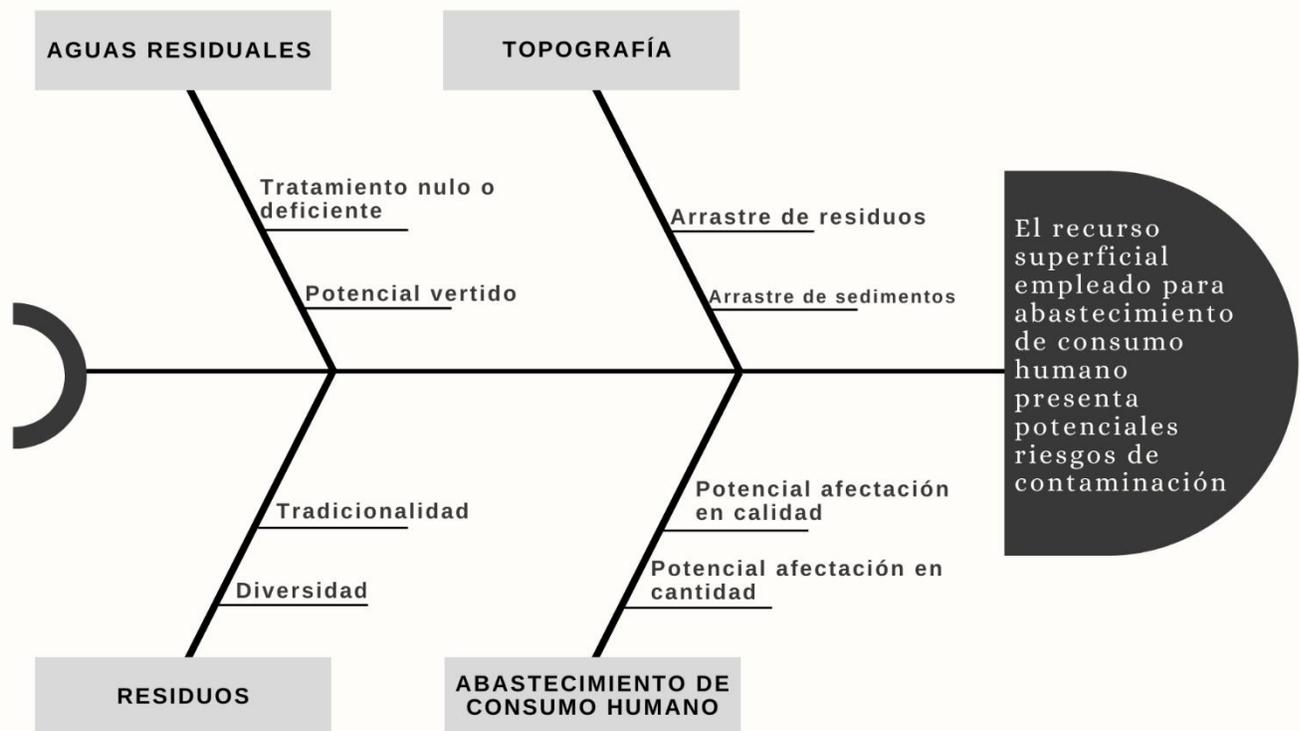
### 1.1 Problemática

El río La Paz está ubicado en el cantón de San Ramón, empezando su cauce en los linderos de la Cordillera de Tilarán, una zona de basta diversidad ecológica y con poca intervención humana, pues es parte de los corredores biológicos Bosque Nuboso y Montes del Aguacate. Este cuerpo de agua recorre dos de los 14 distritos del cantón de San Ramón, Piedades Norte y Los Ángeles, para desembocar en el río Barranca. A lo largo de su recorrido se encuentran las comunidades de Bajo la Paz, Bajo Zúñiga, Ángeles Sur y el poblado de Piedades Norte,

como las zonas con mayor desarrollo urbanístico y socio productivo. En dicho recorrido, las aguas de esta subcuenca son aprovechadas para distintos usos, como la generación eléctrica, fines agropecuarios, riego, industrial, agroindustrial, turístico y abastecimiento de consumo humano, a través de la construcción de pozos, así como la captación del agua superficial del río para su distribución por parte del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) (Rodríguez, 2017).

De acuerdo con los antecedentes recabados, durante el proceso investigativo, el recurso hídrico superficial del río La Paz se encuentra en potencial riesgo de contaminación, debido al vertido de aguas residuales, de tipo ordinario y especial. Además, por ser una zona con altas pendientes los residuos sólidos, así como residuos de agroquímicos y lixiviados de granjas de producción son conducidos y disueltos al cuerpo de agua, por acción de la escorrentía en la época lluviosa y seca, pues al formar parte del corredor Biológico Bosque Nuboso, dentro de las condiciones climáticas de la zona, prevalece la niebla y la nubosidad aumentando la humedad del sitio (Siles, 2020).

Un insuficiente saneamiento de las aguas residuales, sumado a una deficiente gestión integral de los residuos sólidos, son los principales impulsores de riesgo a la calidad del agua del río la Paz, situación que puede derivarse en un problema de salud pública, ya que, como se mencionó anteriormente, las aguas de río La Paz son la principal fuente de agua para consumo humano de las comunidades locales.



**Figura 1.** Diagrama de Ishikawa con la problemática del proyecto

Fuente: Elaboración propia, 2021

## 1.2 Justificación

De acuerdo con los datos recabados, durante al proceso de investigación, en la subcuenca del río La Paz podría darse un deficiente saneamiento de las aguas generadas y una insuficiente gestión integral de los residuos sólidos producidos. Estas problemáticas se agravan debido a las pendientes pronunciadas de la zona, condiciones que favorecen el arrastre, mediante la escorrentía superficial, de aguas residuales, residuos sólidos y contaminantes emergentes como agroquímicos y metales pesados al río La Paz. El vertido y arrastre de contaminantes al cuerpo de agua en estudio pone en riesgo su calidad, lo que puede llegar a potenciar afectaciones a la salud pública por la ingesta de agua comprometida.

Este proyecto desarrolla una propuesta de Plan de Gestión Ambiental para preservar el recurso hídrico superficial del río La Paz, de manera que se pueda trabajar desde la prevención de potenciales impactos ambientales negativos en la cantidad y calidad del agua del río La Paz, brindando continuidad al aprovechamiento responsable y seguro de los servicios ecosistémicos que este cuerpo de agua ofrece. Adicionalmente, la propuesta de Plan de Gestión Ambiental propicia el involucramiento y trabajo en conjunto, de la comunidad y la institucionalidad, para proteger los bienes comunes la subcuenca es estudio, en especial el recurso hídrico superficial.

El desarrollo de este proyecto permite contribuir en el marco de los esfuerzos que se realizan por alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 6, 13 y 14. En el caso del ODS 6 Agua Limpia y Saneamiento, la propuesta de Plan de Gestión Ambiental sugiere medidas ambientales para prevenir la contaminación del agua empleada para abastecimiento de consumo humano y recomienda medidas de mitigación relacionadas al saneamiento de las aguas residuales generadas a lo largo de la subcuenca.

Por otra parte, dentro de la propuesta elaborada, se sugieren medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, fomentando la ejecución de acciones que tienen como finalidad la disminución en la emisión de gases carbónicos, sumando a los esfuerzos realizados para el cumplimiento del ODS 13 Acción por el Clima.

Aunado a lo anterior, mediante la puesta en marcha de la propuesta de Plan de Gestión Ambiental elaborada, se coopera con el cumplimiento del ODS 14 Vida Submarina, ya que el río La Paz es afluente del río Barranca, cuerpo de agua que desemboca en el mar.

Dentro de otros aspectos que justifican la importancia de la ejecución de este proyecto son:

- Este cuerpo de agua es utilizado para el consumo humano de aproximadamente cinco comunidades que pertenecen, tanto al distrito de Piedades Norte como al distrito Ángeles, donde según datos del Instituto Nacional de Censos y Estadísticas (INEC) para el año 2020 la población en el distrito de Piedades Norte fue de 9362 habitantes y en distrito de Ángeles de 9602, de manera que la propuesta de un plan sectorial de gestión ambiental ofrece aprendizaje, sensibilización e involucramiento en la

importancia de la adecuada gestión de las aguas superficiales, en especial cuando estas son utilizadas para el consumo propio, además de ofrecer beneficio a más de 10000 habitantes asegurándoles agua de calidad para su consumo.

- Este proyecto permitió conocer las potenciales fuentes de contaminación del río La Paz, aportando datos a las distintas entidades gestoras del agua, los cuales pueden ser utilizados para prevenir posibles brotes de enfermedades de origen hídrico, así como afectaciones a la salud por el consumo prolongado de agua potencialmente comprometida.
- El Río La Paz es uno de los efluentes del Río Barranca, el cual, durante muchos años fue la principal fuente de agua de consumo humano para las comunidades de Palmares, San Ramón y una parte del cantón de Puntarenas, sin embargo, a consecuencia del desarrollo desmedido y la mala planificación ambiental del territorio, el agua de esta cuenca se fue deteriorando, por lo que se desistió de ser utilizada para el abastecimiento de agua para consumo. No obstante, debido a la escasez de agua dulce que se ha presentado en las últimas décadas, como efecto directo del cambio climático, aunado al crecimiento poblacional en la zona, que provoca una alta demanda del recurso, se retomó el uso de esta cuenca para este fin, a pesar de catalogarse, en la actualidad como la segunda cuenca más contaminada del país. Considerando lo anterior, el presente proyecto permitirá dar una mejor gestión ambiental al recurso hídrico superficial aguas arriba del río Barranca.

Tomando en cuenta lo indicado, esta investigación se articula mediante los siguientes objetivos.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo General

Formular un plan de gestión ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar las actividades socio productivas desarrolladas en la subcuenca del río La Paz, San Ramón, Alajuela, mediante visitas de campo y revisión bibliográfica.
- b) Elaborar una propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del Río La Paz, San Ramón, Alajuela.
- c) Validar la propuesta de plan de gestión ambiental elaborada, con la ayuda de grupos focales conformados por expertos en el tema y actores clave del proyecto.

## 1.4 Alcances y limitaciones

### 1.4.1 Alcances

El alcance principal es estructurar un plan de manejo del recurso superficial del río La Paz. Para lograr este cometido inicialmente se realizó una caracterización de las actividades socio productivas llevadas a cabo en la subcuenca del río La Paz, mediante una revisión bibliográfica y visitas de campo que permitieron reconocer y caracterizar el uso que se le otorga al suelo en la zona de estudio. Con esta información se realizó un mapa de uso del suelo utilizando la metodología de clasificación no supervisada, fundamentando los datos recopilados.

Con la información recopilada durante la ejecución de las actividades anteriores, se realizó una versión preliminar de una propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del cuerpo de agua en estudio, recomendando medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, tomando en cuenta los lineamientos de lo estipulado en el Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC para la elaboración de Pronósticos Planes de Gestión Ambiental. Dicha Propuesta de Plan de Gestión Ambiental tuvo un proceso de validación, donde fue presentada a actores clave del proyecto en cuestión, miembros de la academia y expertos en los temas de Gestión Ambiental y Gestión Integral del Recurso Hídrico.

Mediante el proceso de validación y con la integración de las recomendaciones brindadas por sus participantes se elaboró la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, dando cumplimiento al objetivo general de este estudio.

### 1.4.2 Limitaciones

Las principales limitaciones que enfrentó este estudio tuvieron que ver con la formulación de la propuesta de Plan de Gestión Ambiental como tal, ya que se debió considerar medidas ambientales que fueran realistas para las condiciones geográficas y económicas, tanto de las actividades socio productivas llevadas a cabo, como de sus desarrolladores. Por otra parte, haciendo referencia a aspectos relacionados a una potencial puesta en práctica de la propuesta de Plan elaborada, se podrían presentar limitaciones con respecto a la asignación de responsabilidades, los procesos de seguimiento y la rendición de cuentas, ya que la unidad hidrográfica del río La Paz presenta una gran extensión, así como una gran cantidad y diversidad de actividades socio productivas.

Otras limitaciones que presenta este proyecto son: el tiempo previsto de ejecución y las medidas restrictivas para contener la pandemia provocada por el Covid-19. Las medidas restrictivas para contener los brotes de la enfermedad Covid-19 limitan la interacción social con las personas usuarias de los recursos naturales de la subcuenca del río La Paz, lo que impide un mayor conocimiento de los distintos puntos de vista existentes, restringiendo la

posibilidad de mantener una mejor visión de la situación del recurso hídrico en la subcuenca de estudio.

Adicionalmente, la enfermedad Covid-19, así como las medidas para contener los brotes, limitan el procedimiento de validación de la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, específicamente dificultando la realización del proceso de manera presencial debido a los aforos que se deben mantener según disposición del Ministerio de Salud. Por otra parte, efectuar las actividades de validación de forma virtual restringe la participación de actores sociales que presentan problemas relacionados a la conectividad, ya sea por su ubicación geográfica o por el desconocimiento en el uso de plataformas virtuales.

Finalmente, la realización una propuesta de Plan de Gestión Ambiental, de una zona con la extensión que mantiene la subcuenca del río La Paz, precisa un período de tiempo mayor al previsto para su formulación.

## II Parte. Contexto

### Capítulo 2. Contexto

Este capítulo corresponde al primer apartado de la II Parte del presente estudio, el cual tiene como objetivo brindar un acercamiento a los antecedentes del proyecto, así como a la descripción del sitio de estudio y sus características climáticas. Como último aspecto, se identifican y explican las actividades socio productivas que se desarrollan en la subcuenca.

#### 2.1 Antecedentes

El recurso hídrico es de suma importancia para el equilibrio de los ecosistemas, siendo también un requerimiento vital para el desarrollo de la vida (Hernández *et al.*, 2019). A nivel mundial, el aumento en la población humana ha contribuido a la explotación poco planificada de los recursos, comprometiendo las distintas cuencas hidrográficas, pues sobre ellas se realizan una gran cantidad de actividades socio productivas que, en la mayoría de las ocasiones, afectan los recursos presentes en estas. Además, se ha podido apreciar la disminución en la disponibilidad y la calidad de las aguas, esto debido principalmente a la mala gestión de los recursos hídricos, la contaminación de las fuentes de agua, así como efecto directo de la variabilidad climática (López *et al.*, 2017). Por otra parte, se estima que millones de personas en el mundo no tienen acceso a servicios de abastecimiento de agua para consumo que cumplan con las normas de seguridad requeridas, además, una cantidad importante de personas no cuentan, si quiera, con el acceso a agua potable, situación preocupante, ya que en el año 2010 el acceso al agua fue declarado un derecho fundamental (Guijarro, 2021).

En Costa Rica, el 70% de las aguas residuales generadas son vertidas crudas a cuerpos de agua receptores (García, 2018), situación similar con los residuos sólidos, ordinarios y especiales, producidos en el país. Por esta razón la contaminación de los distintos recursos naturales de las cuencas hidrográficas es el resultado de la mala gestión de estos residuos, así como del insuficiente tratamiento de las aguas residuales ordinarias y especiales generadas,

sin dejar de lado el mal uso de la tierra, el cambio en la cobertura vegetal y boscosa los cuales presentan serias afectaciones al recurso hídrico (Siles, 2020). Tomando en cuenta lo anterior, las aguas superficiales de nuestros ríos se encuentran contaminadas con coliformes fecales, sustancias eutrofizantes como los fosfatos y los nitratos, micro plásticos (Siles, 2020), metales pesados y contaminantes emergentes como lo son los agroquímicos, fármacos y productos de higiene personal (Jaimes y Vera, 2020). El vertido de estas sustancias tóxicas y contaminantes a los cuerpos de agua provoca alteraciones en las concentraciones de los parámetros físicos, químicos, biológicos y microbiológicos, presentes naturalmente en el agua, deteriorando su calidad (Brousett *et al.*, 2018). La calidad de los cuerpos de agua se monitorea mediante el análisis de los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y biológicos presentes en ellas, no obstante, cuando las aguas son empleadas para abastecimiento de consumo humano, aunado a los estudios de los parámetros mencionados, se recomienda realizar pruebas para determinar la presencia de contaminantes emergentes, principalmente agroquímicos y metales pesados, con el fin de definir si la concentración presente de estos compuestos excede los límites permisibles estipulados en el Reglamento para la Calidad de Agua Potable N° 38924-S (Siles, 2020).

La ingesta de aguas con baja calidad es un problema de salud pública, ya que puede potenciar el brote de enfermedades estomacales (Ríos *et al.*, 2017) así como su consumo prolongado puede resultar en afectaciones en el hígado, enfermedad celiaca e incluso cáncer (Brousett *et al.*, 2018), razón por la cual, es importante fomentar y ejecutar una adecuada gestión ambiental de los recursos hídricos superficiales, de manera que se pueda contribuir en la conservación de estos, tanto en calidad como en cantidad, y a su vez, sumar a los esfuerzos realizados para lograr el saneamiento de las aguas y la conservación de los ecosistemas lóticos del planeta (Brousett *et al.*, 2018).

A nivel Latinoamericano, se pueden encontrar esfuerzos para lograr la gestión ambiental de los recursos hídricos superficiales, como es el caso de los países de Guatemala y El Salvador, quienes, con ayuda de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) elaboraron un Plan de Gestión Ambiental participativo para la cuenca del río Paz, la cual se encuentra en la zona limítrofe entre ambos países, por lo que se considera binacional (CCAD, 2009). El proyecto contó con la participación de alrededor de 100 actores clave, los cuales fueron divididos en tres grupos: actores clave de la parte baja de la cuenca de ambos países, actores clave de la parte media alta de la cuenca de El Salvador y actores clave de la parte media alta de la cuenca de Guatemala, se realizaron tres talleres con los tres grupos de trabajo, en el primer taller se identificaron las amenazas y sus potenciales incrementos, en el segundo taller los actores clave clasificaron estas amenazas en intensidad, amplitud y afectación, generando un árbol de problemas, el cual llevó a un árbol de objetivos (CCAD, 2009). Para el tercer taller el equipo de la CCAD expuso un plan de acción para solventar los problemas encontrados y cumplir los objetivos planteados por los grupos de trabajo (CCAD, 2009). Como principales resultados de la ejecución del proyecto mencionado, se encontró que los actores clave reconocen que debe haber involucramiento activo por parte de los dos países para lograr una adecuada gestión de los recursos de la cuenca hidrográfica del río Paz, no obstante, se presentan dudas y desconocimiento con lo referente a legislación ambiental,

denuncias ambientales, la adecuada disposición de los residuos sólidos, aguas residuales y demás temas de educación ambiental. Finalmente, los actores clave reconocen los Planes de Gestión Ambiental como una herramienta útil y eficaz para solventar las presiones territoriales y ambientales que sufre la cuenca binacional de río Paz (CCAD, 2009).

En nuestro país, también se trabaja para promover la gestión ambiental de los cuerpos de agua, como es el caso del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) en conjunto con Okama MB Corporación S.A., instituciones que mediante el proyecto “Análisis de la situación actual de la cuenca, con énfasis en la contaminación y posibles medidas de acción y gestión ambiental, para la quebrada Camaronera, en el sector de Manuel Antonio, Quepos” realizó un Plan de Gestión Ambiental (PGA) para la microcuenca mencionada anteriormente, este PGA fue elaborado mediante una evaluación de la sustentabilidad de la microcuenca Quebrada Camaronera (Okama MB Corporación S.A., 2016). Dicho diagnóstico constó de dos etapas: la aplicación de una adaptación de la metodología planteada por el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) y la elaboración de una matriz de riesgos ambientales (Okama MB Corporación S.A., 2016). Dentro de las principales reflexiones resultado de la investigación para la generación de un Plan de Gestión Ambiental para la microcuenca Quebrada Camaronal, se puede mencionar que la aplicación en conjunto de las dos herramientas mencionadas permitió dar a conocer que la sustentabilidad del cuerpo de agua es baja, evidenciando a su vez oportunidades de mejora (Okama MB Corporación S.A., 2016). Por otra parte, los autores mencionan la necesidad del involucramiento a nivel local y regional para mejorar la condición de la Quebrada Camaronal, especialmente si se encuentra contemplado en planes futuros la construcción de obras ingenieriles sobre esta, expresan la necesidad realizar previamente estudios hidrológicos, plantear medidas de adaptación al cambio climático y promover el involucramiento local para mejorar la gobernanza del agua (Okama MB Corporación S.A., 2016).

Con respecto al área de estudio del presente proyecto, la subcuenca del río La Paz, ha sido estudiado en dos ocasiones, durante las cuales se ha realizado monitoreos de la calidad del agua. El primer estudio se realizó en el año 2017, donde se evaluó la calidad de agua del río, por medio del monitoreo de macroinvertebrados utilizando el índice BMWP-CR, donde, el autor encontró que en la parte alta de la subcuenca el agua presenta buena calidad, a diferencia de la parte media y baja de la subcuenca, donde el estudio arrojó que la calidad de agua para estas zonas es regular y baja respectivamente, presentando una menor incidencia de bioindicadores, situación causada, según el autor, por las presiones antropogénicas que se presentan en la subcuenca, tales como el desarrollo urbanístico, la agricultura en monocultivos y el cambio en el uso del suelo (Rodríguez, 2017). Como principales conclusiones del estudio realizado por Rodríguez (2017), se destaca que en las zonas donde la calidad de agua no se puede considerar como alta, no es recomendable que este recurso se emplee para el abastecimiento de consumo humano, sin antes realizar estudios que evalúen tanto sus parámetros físicos como químicos y se le brinde un tratamiento previo a su distribución, además se expresa que en los futuros análisis de calidad de agua es importante

tomar en cuenta las distintas actividades socio productivas que se llevan a cabo a lo largo de la subcuenca, con el fin de ofrecer potenciales propuestas de mitigación.

Por otra parte, en el año 2020 se volvió a evaluar la calidad de agua de la subcuenca del río La Paz, pero esta vez bajo la toma de muestras para el análisis de parámetros físicos y químicos del agua, dentro de los cuales se pueden mencionar la turbidez, los nitritos y el hierro disuelto, donde la presencia de estos fue incrementando a lo largo del cauce y por ende la calidad del agua fue disminuyendo. Los resultados de Siles (2020) muestran cierta congruencia con el estudio anterior, ya que ambos expresan que la subcuenca presenta buena calidad de agua en la parte alta, pero esta se va deteriorando en el recorrido hasta llegar a la parte baja, donde presenta mala calidad, especialmente, por la entrada de contaminantes provenientes de actividades socio productivas y como consecuencia de la densidad poblacional presente en este estrato. Adicionalmente, se encontraron residuos de diez distintos plaguicidas y trazas de contaminantes emergentes como es la cafeína (Siles, 2020). Siles (2020) concluye que el río presenta grandes presiones antropogénicas, tanto en la zona media como baja de la subcuenca, donde se desarrollan mayores actividades socio productivas y existe una densidad poblacional considerable, sin embargo, también menciona que el cuerpo de agua tiene una gran capacidad de regeneración, por lo que recomienda el continuo monitoreo de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua, integrando además, parámetros microbiológicos para evidenciar la presencia de coliformes fecales y *Escherichia Coli*, esto debido a la presencia de cafeína en las aguas, que pueda estar relacionado al vertido de aguas residuales ordinarias a este cuerpo de agua.

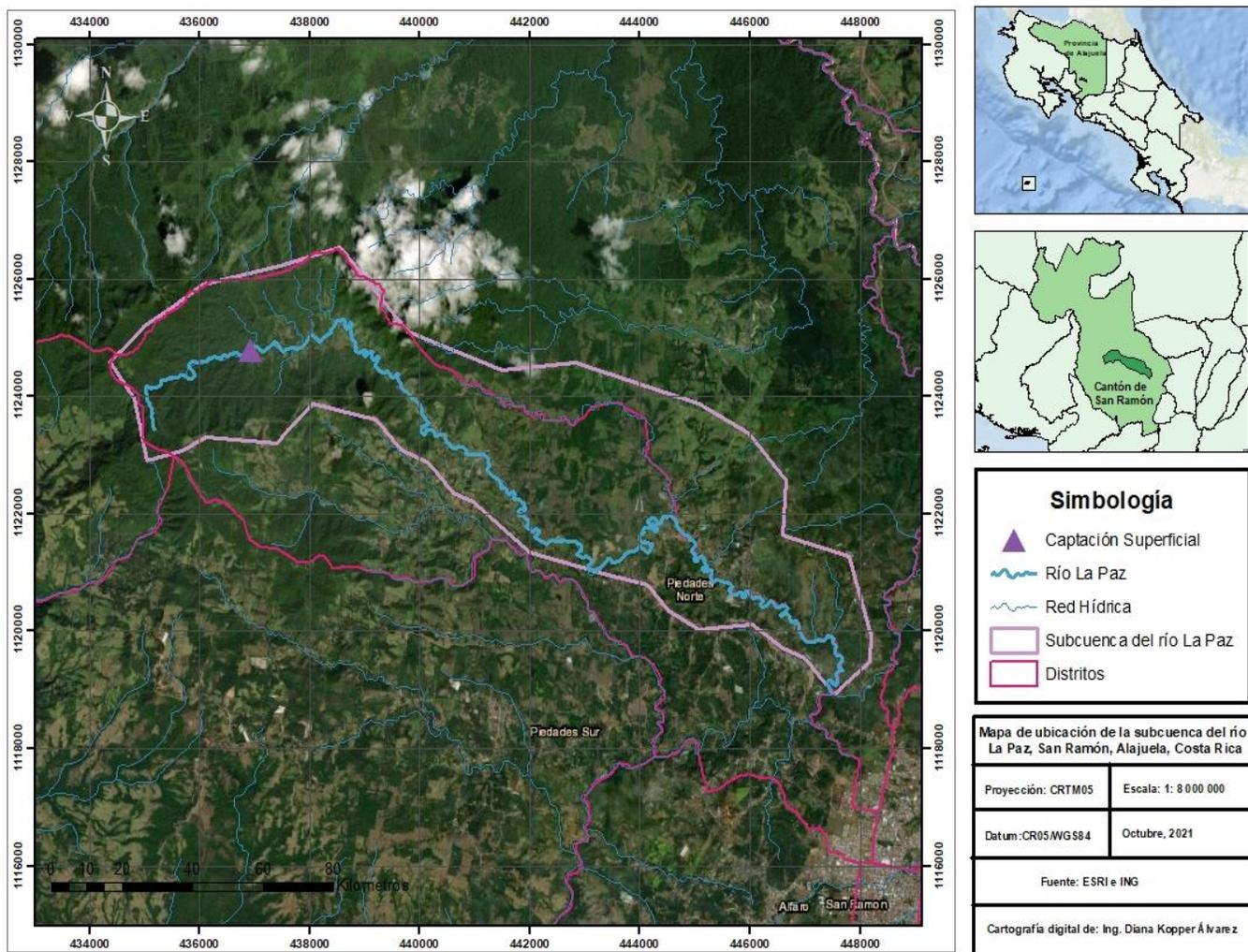
Los dos proyectos anteriores, elaborados en la subcuenca del río La Paz, se enfocaron en la calidad del agua superficial que presenta el río, por medio del análisis de sus parámetros, sin embargo, el presente proyecto pretende elaborar una propuesta de Plan de Gestión Ambiental que permita preservar el recurso hídrico superficial del río La Paz, de manera que se pueda continuar aprovechando de forma responsable y segura este recurso.

## 2.2 Descripción del sitio

El estudio se desarrolló en la subcuenca del Río La Paz, ubicada en la Provincia de Alajuela en el Cantón de San Ramón, el río La Paz recorre dos de los 14 distritos que conforman dicho cantón, los cuales son Piedades Norte y Ángeles, dentro de los que se pueden destacar las comunidades de La Paz, Bajo La Paz, Bajo Zúñiga y Piedades Norte (Rodríguez, 2017). El cauce de este río es de 19,7 km, el área total de la Subcuenca es de 39,44 km<sup>2</sup> (Rodríguez, 2017). La parte alta de la subcuenca es una zona montañosa, de alta densidad boscosa, donde también se presentan pastizales, mientras las partes media y baja se encuentra más urbanizadas, no obstante, también se desarrollan variedad de actividades socio productivas (Siles ,2020).

Las variaciones en las elevaciones de la subcuenca del río La Paz van desde los 1264 msn a los 970 msn y su topografía se considera quebradiza (Rodríguez, 2017).

Se presenta la delimitación de la subcuenca del río la Paz en la siguiente figura (Ver figura 2).



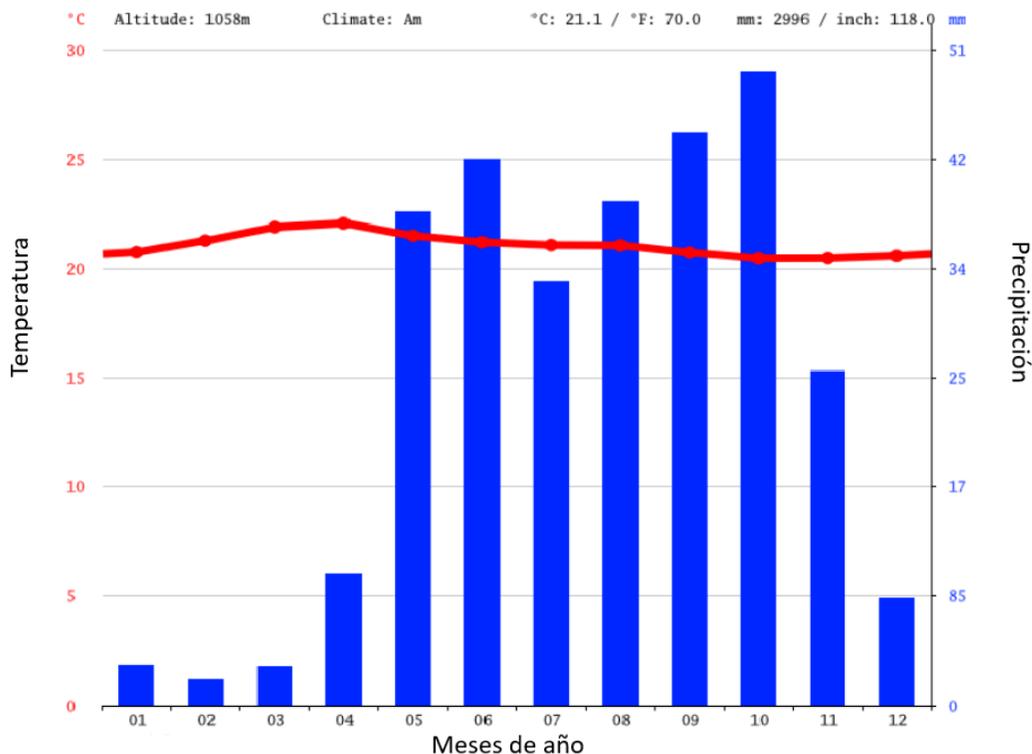
**Figura 2.** Mapa de ubicación del sitio de estudio

Fuente: Elaboración propia, 2021

## 2.3 Características de la Subcuenca

### 2.3.1 Características climáticas

El sitio de estudio se encuentra en el Valle Central, sin embargo, se ve influenciado directamente por las condiciones meteorológicas de la costa Pacífica Central dada su cercanía, la cual presenta una época seca y lluviosa marcada, la época lluviosa va de mayo a noviembre, mientras que la seca se extiende de noviembre a abril (Rodríguez, 2017). La Paz se encuentra a 12 km del casco central del cantón de San Ramón, donde se ubica la estación meteorológica más cercana, la cual registra a febrero como el mes más seco con 30 mm de lluvia y octubre como el más húmedo con 493 mm de lluvia (climate-data.org). En la parte alta de la subcuenca predomina el bosque nuboso, de manera que presenta en su mayoría temperaturas bajas, las cuales van aumentando a lo largo de la subcuenca para presentar temperaturas más cálidas en la parte baja de esta.



**Figura 3.** Climograma del cantón de San Ramón, Alajuela, Costa Rica

Fuente: Climate data.org, 2020

## 2.4 Actividades Socio productivas

El río La Paz, recorre los distritos de Piedades Norte y Los Ángeles, específicamente, las comunidades de Bajo La Paz, La Paz, Bajo Zúñiga y Piedades Norte, este sector del Cantón de San Ramón es productivo, pues destaca el desarrollo de actividades como el cultivo de caña de azúcar, café, hortalizas, pequeños productores ganaderos y porcinos, granjas avícolas, la industria del dulce, el cultivo de tilapias, así como el desarrollo del turismo ecológico y de conservación (Rodríguez, 2017).

La parte alta de la subcuenca del Río La Paz, en su mayoría, se encuentra protegida, pues forma parte de los Corredores Biológicos Reserva Bosque Nuboso y Montes del Aguacate, donde a su vez, se han creado distintos refugios de vida silvestre, como la Fundación Elvira y Roca de Paz, entre otros. Dicha condición ha beneficiado a la comunidad, ya que ha propiciado el desarrollo del turismo ecológico, principalmente en la construcción de cabañas para alojamiento y tours guiados de avistamiento de fauna, así como visitas a la catarata La Danta. Por otra parte, en esta zona también se identifican pastizales destinados a la ganadería a pequeña escala.

En la parte media de la subcuenca se encuentra la comunidad de La Paz, donde se desarrolla principalmente el cultivo de caña y café, por otra parte, también se desarrolla la industria del dulce de caña de azúcar y el cultivo de truchas y tilapias, actividades que benefician al desarrollo del turismo rural, pues se realizan visitas a los trapiches y la pesca de tilapias en

centros campestres. En Bajo Zúñiga predomina el cultivo de hortalizas y café, así como el desarrollo de la ganadería y las granjas avícolas (Rodríguez, 2017).

La parte baja de la subcuenca del río La Paz en Piedades Norte, es una zona que presenta mayor densidad poblacional, de manera que se desarrolla, además del cultivo de hortalizas y café, el comercio (Rodríguez, 2017).

### Capítulo 3. Marco Teórico

Este capítulo corresponde al segundo apartado de la II Parte del presente estudio, el cual se encuentra dividido en dos secciones, la definición de conceptos clave y la contextualización de herramientas técnicas.

La primera sección del capítulo abarca las definiciones y generalidades de las cuencas hidrográficas, el impacto de las actividades socio productivas, calidad de agua y una pequeña introducción sobre la gestión ambiental. Por otra parte, la segunda y última sección abarca las principales actividades técnicas realizadas a lo largo de este estudio: el empleo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la metodología de Clasificación no Supervisada y la elaboración de Planes de Gestión Ambiental.

#### 3.1 Definición de conceptos clave

##### 3.1.1 Cuencas Hidrográficas

Las cuencas hidrográficas son de suma importancia para los seres humanos, ya que proveen de necesidades básicas para la sobrevivencia humana y de las demás especies, pues propicia agua, alimento, recursos y terreno (Jiménez y Benegas, 2019). Las cuencas hidrográficas son áreas superficiales que se encuentran definidas de manera natural por la divisoria de aguas, que transportan el agua de lluvia y de tipo fluvial hasta su desembocadura, ya sea en un lago o en el mar (Martínez, 2020). Es importante mencionar que la definición de cuenca hidrográfica también envuelve los conceptos de subcuenca y microcuenca. La subcuenca es un área de menor tamaño que pertenece y escurre hacia una cuenca, mientras que una microcuenca es una zona de mucho menor tamaño, ubicada en una cuenca, que participa en el escurrimiento de una subcuenca (Siles, 2020).

Las cuencas hidrográficas, además de sus múltiples servicios ecosistémicos, son una herramienta valiosa para el análisis y planificación ambiental, debido a sus distintos componentes y los procesos que interactúan en estas (Moreira *et al.*, 2020).

##### 3.1.2 Impacto de actividades socio productivas sobre las cuencas hidrográficas

Las cuencas hidrográficas, al ser unidades físicas con abundante riqueza natural, se ven sometidas a grandes presiones humanas que tienen como consecuencia la contaminación del agua, aire y suelo presentes en ellas. Las actividades que generan amenazas, en cantidad y calidad, a los recursos naturales presentes en las cuencas hidrográficas, son el acelerado crecimiento urbanístico y poblacional (Chassoul y Rodríguez, 2018) la deforestación, la fragmentación del hábitat, las actividades agrícolas, pecuarias e industriales, la actividad petrolera y el vertido de aguas residuales crudas a los cuerpos de agua (Rodríguez, 2017).

Por otra parte, amenazas como la deforestación, el incremento en la densidad urbanística, poblacional e industrial, así como las actividades agrícolas, pecuarias y petroleras conllevan al cambio del uso y cobertura del suelo, provocando importantes alteraciones al equilibrio natural y dinámica de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, modificando procesos hidrológicos como la infiltración y la percolación que permiten la recarga de los acuíferos (Pérez *et al.*, 2018).

Los ríos, quebradas, riachuelos y arroyos tienen la capacidad de depurar de manera natural las sustancias tóxicas y contaminantes que llegan a ellos, mediante la acción de bacterias aerobias que se encargan de digerir la materia orgánica utilizando el oxígeno disuelto en el agua, el cual se forma por el movimiento del caudal y las caídas de agua, estas pueden ser formaciones de rocas en el cauce del río o cataratas. Además, los contaminantes pueden ser absorbidos por plantas presentes en los cuerpos de agua o eliminados por medio de procesos fotoquímicos (Chaparro, 2020). Bajo la hipótesis anterior, la calidad y cantidad del recurso presente en los cuerpos de agua se ha visto afectado, pues se ha permitido el vertido de residuos sólidos y lixiviados domésticos, así como los residuos provenientes de las actividades agrícolas, pecuarias e industriales (Chassoul y Rodríguez, 2018). Araya y Calvo (2017) mencionan que estudios efectuados en distintos ríos de nuestro país, arrojan mala calidad de agua en zonas con alta densidad poblacional y desarrollo económico, impactando directamente a las distintas especies que habitan en los cuerpos de agua, comprometiendo la cadena trófica y el equilibrio natural de las cuencas hidrográficas.

Ladrera (2012), mencionado por Rodríguez (2017) enmarca una serie de impactos negativos que comprometen la dinámica biológica de las cuencas hidrográficas, entre los cuales se pueden destacar la pérdida de hábitats por el cambio en la vegetación protectora de ríos y la homogenización del cauce, generados por actividades humanas como la tala de árboles y la minería que, a su vez, pueden provocar sedimentación en los cuerpos de agua afectando las especies acuáticas. Otro impacto negativo es la eutrofización de las aguas superficiales, por el aumento en la presencia de sustancias provenientes de las actividades agrícolas y las aguas residuales, que pueden ocasionar el crecimiento acelerado de especies invasoras por el exceso de materia orgánica y sedimentos.

Las acciones antropogénicas, que impactan las cuencas hidrográficas, día con día aumentan y su gestión se ha convertido en un reto, tanto en complejidad como en urgencia, pues los impactos negativos que se presentan pueden llegar a ser irreversibles, de manera que se necesita empezar a entender las amenazas, no de una forma individual, sino colectiva y estudiar las interacciones entre las múltiples amenazas, así como realizar esfuerzos multisectoriales, tomando en cuenta el enfoque de cuenca e involucrando a los diferentes actores y personas usuarias de estos recursos (Craig *et al.*, 2017).

### 3.1.3 La Gestión Ambiental

La expansión del desarrollo humano, principalmente de carácter económico, ha generado impactos negativos a los ecosistemas del planeta, contaminando los cuerpos de agua, deteriorando la calidad del aire, poniendo en peligro las especies de fauna, comprometiendo la cobertura boscosa y vegetal del planeta (Massolo, 2015). Como medida de mitigación ante

estos problemas ambientales, que han derivado consecuencias sociales, la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, perteneciente a la Organización de las Naciones Unidas (ONU), elaboró el “Informe Brundtland”, el cual dio pie a la formulación de un nuevo concepto de desarrollo humano, que busca satisfacer las necesidades de las generaciones actuales, sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades, este nuevo concepto de desarrollo se denomina Desarrollo Sostenible (Anampi *et al.*, 2018). Dicha idea de desarrollo humano, si bien fue creada en los años 80, fue implementada como nuevo modelo económico hasta los años 90, durante la celebración de la Cumbre de la Tierra en río de Janeiro (Anampi *et al.*, 2018).

Conociendo las problemáticas socioambientales que enfrentaban los países a lo largo del mundo y en miras de aplicar el desarrollo sostenible en sus modelos económicos, se creó la gestión del ambiente o gestión ambiental (Massolo, 2015). Se pueden encontrar varias definiciones para esta disciplina, dentro de las cuales destacan la expuesta por Massolo (2015) quien expresa que “la Gestión Ambiental es el conjunto de acciones y estrategias mediante las cuales se organizan las actividades antrópicas que influyen sobre el ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida previniendo o mitigando los problemas ambientales” (Massolo, 2015). Por otra parte, Mendel y García (2011) citado por Anampi *et al.* (2018) manifiestan que “la gestión ambiental se puede definir como el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión, relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, basándose en la coordinada información multidisciplinaria” (Anampi *et al.*, 2018). Finalmente, ambos autores coinciden en que la Gestión Ambiental no debe entenderse como un concepto teórico, debe tener como fin fundamental la creación de un plan de acción, que contemple todas y cada una de las disciplinas usuarias y protectoras del medio ambiente, con la intención de trabajar, desde la prevención hasta la mitigación, de potenciales impactos de carácter negativo al medio ambiente.

Con el objetivo de aplicar, de forma práctica, los conceptos de gestión ambiental y desarrollo sostenible, se crearon los Planes de Gestión Ambiental, los cuales serán abordados con mayor amplitud en la sección 3.2 de Teoría y Prácticas de Referencia del presente estudio.

#### 3.1.4 Calidad de Agua

El término de calidad de agua envuelve muchos escenarios y bioprocesos, sin embargo, Sierra (2011) define este concepto como la presencia y concentraciones de una serie de sustancias orgánicas e inorgánicas, así como la condición y abundancia de las especies de flora y fauna acuática. Por otra parte, Severiche *et al.*, (2013) definen la calidad de agua como la manera en la que está constituido el recurso hídrico y en qué medida se encuentra perjudicada por procesos, tanto antropogénicos como no antropogénicos, además, menciona que el principio para identificar la buena o mala calidad del agua dependerá del uso que se le brinde a la misma, ya sea industrial, agrícola o para abastecimiento de consumo humano. Ambos autores concluyen que la calidad de agua puede verse afectada o beneficiada mediante factores externos e internos a los cuerpos de agua.

La identificación de la calidad de agua puede realizarse de dos maneras, por medio de la medición de los parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el recurso o utilizando índices de calidad de agua (ICA).

El monitoreo de la calidad de las aguas es un instrumento de mucho valor para la gestión ambiental del recurso hídrico, pues permite tomar decisiones apropiadas para la conservación y aprovechamiento de los recursos presentes en las cuencas hidrográficas, asegurando la calidad y cantidad, así como el equilibrio y dinamismo de estos sistemas naturales, que son el nicho ecológico de muchas especies, incluyendo la especie humana.

### 3.1.5 Uso del suelo

El creciente desarrollo humano, carente de planificación, tanto ambiental como territorial, aunado a la demanda por el crecimiento demográfico que se ha presentado a nivel mundial, ha llevado a la ejecución de estudios para conocer, caracterizar y predecir los usos del suelo, esto como una herramienta vital para fortalecer la inversión en temas de ordenamiento territorial y planificación del uso del suelo (Salas y Durán, 2015). En la literatura es común que se interpreten los términos cubierta, cobertura y uso del suelo como sinónimos, sin embargo, cada uno de estos tiene significados distintos, la cubierta del suelo, por su parte, se refiere al elemento o material que se encuentra sobre el suelo, es decir, a la superficie de este, por otra parte, la cobertura, tiene que ver con la vegetación del suelo. Finalmente, el uso del suelo se refiere a al aprovechamiento o finalidad económica que se le da a la cubierta del suelo (Galicia, 2007). Los usos que se pueden dar al suelo dependen de la economía de los países, sin embargo, en nuestro país, se pueden encontrar usos urbanos, agrícolas, forestales, no forestales, boscosos, entre otros (Salas y Durán, 2015).

Una adecuada planificación en el cambio de uso de suelo puede evitar problemáticas ambientales como lo son la deforestación, la fragmentación de los ecosistemas y la impermeabilización del suelo, por lo que es de suma importancia informar sobre las consecuencias de una mala gestión en el cambio de uso del suelo y brindar alternativas para mitigar, así como compensar potenciales impactos negativos al ambiente durante la realización de proyectos que requieran la modificación en el uso de los suelos (Salas y Durán, 2015).

## 3.2 Contextualización de herramientas técnicas

### 3.2.1 Planes de Gestión Ambiental

Los Planes de Gestión Ambiental (PGA) son la puesta en práctica de los conceptos de desarrollo sostenible y gestión ambiental, sin embargo, también pueden entenderse como aquellos mecanismos de acción que, mediante la evaluación minuciosa y multidisciplinaria de las variables de una actividad antropogénica, pretende prevenir, mitigar y compensar las potenciales afectaciones que esta actividad pueda ejercer sobre el ambiente. No obstante, el Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental N°31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, de nuestro país, define los Planes de Gestión Ambiental como “Instrumento técnico de la Evaluación de Impacto Ambiental y es un documento, de formato preestablecido, que además de realizar un pronóstico general de los aspectos e

impactos ambientales más relevantes que generará la actividad, obra o proyecto a desarrollar, incluye: las medidas ambientales, sus posibles costos, plazos, responsables de aplicación, destinadas a prevenir, mitigar, corregir, compensar o restaurar impactos ambientales que se producirían” (RGPEIA/2004 de 24 de mayo). Por otra parte, Massolo (2015) menciona que los PGA contienen la estructura organizacional, las prácticas, responsabilidades, procesos, recursos y procedimientos para determinar y llevar a cabo acciones que apoyen el desarrollo sostenible.

Los PGA constan de cinco fases, las cuales son: La Política Ambiental, la Planificación, Implementación y Funcionamiento, Control y Acción Correctiva y la Revisión de la Gestión (Massolo, 2015) la implementación de estas etapas permite la revisión y la mejora continua del proceso, generando buenos resultados para prevenir, mitigar y compensar potenciales impactos negativos al medio ambiente.

A manera de conclusión, los PGA son herramientas útiles para conseguir un equilibrio entre el desarrollo humano y la sostenibilidad ambiental, pueden ser empleados en una diversidad de fines, entre los que destacan la Evaluación Ambiental de proyectos, obras o actividades, así como desde la institucionalidad por medio de Planes de Gestión Ambiental Institucional (PGAI).

### 3.2.2 Sistemas de Información Geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) tuvieron sus inicios en los años 60 de una forma muy básica, evolucionando rápidamente, para ser hoy en día una red que colecta información referenciada geográficamente (Solano, 2012). Los SIG presentan una gran cantidad de definiciones, dentro de las que se pueden mencionar las definiciones propuestas por Gutiérrez y Guld (1994), como prima definición indica que los SIG permiten la captura, almacenamiento, análisis, manejo, corrección y uso de datos referenciados sobre la tierra, luego expresa que los Sistemas de Información Geográfica son un avance tecnológico que permite analizar, almacenar y presentar datos espaciales y no espaciales. En la actualidad, los SIG se emplean para un mejor desarrollo humano, especialmente en actividades que pertenecen a los sectores agrícola, ambiental, manejo de recursos naturales y construcción de infraestructuras (Solano, 2012).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta útil para el uso de información, ya que permiten predecir eventos, se puede asociar a varios tributos diferentes, permite la realización de distintos análisis espaciales, brinda información relevante sobre carreteras, alcantarillado y divisiones tanto políticas como administrativas de los países, contribuyendo así en la gestión de riesgos (Moya, 2017). La información recolectada y analizada empleando los distintos SIG puede presentarse mediante mapas, los cuales ofrecen una mejor comprensión, facilitando la divulgación de la información encontrada (Moya, 2017).

Para efectos de este proyecto se emplean Sistemas de Información Geográfica computarizados, especialmente los softwares *ARCMAP* y *QGIS*, los cuales son sumamente útiles para la predicción, comprensión y ubicación de cuerpos de agua.

### 3.2.3 Metodología Clasificación No Supervisada

La teledetección es una de las herramientas tecnológicas más útiles para el estudio de los cambios en la cubierta terrestre, pues, mediante la generación de imágenes satelitales, es probable recopilar, procesar, analizar y emplear datos geoespaciales (Macedo *et al.*, 2010). Para una mejor comprensión y uso de los datos geoespaciales presentes en las distintas imágenes satelitales, se han desarrollado metodologías de clasificación y segmentación de la información. Se reconocen dos tipos de clasificación de datos, la clasificación no supervisada y la clasificación supervisada (Macedo *et al.*, 2010).

La clasificación no supervisada (CNS) es una metodología que realiza la agrupación de caracteres de forma automática, utilizando elementos espectrales de las imágenes satelitales para identificar combinaciones o clases similares (Macedo *et al.*, 2010). Esta técnica de procesamiento de datos presenta gran utilidad cuando se tiene conocimiento previo de la zona en estudio, permite escoger la cantidad de combinaciones o clases a generar y dentro de los principales algoritmos de clasificación que admite en su ejecución son: Por mínima distancia, por paralelepípedos y por máxima proximidad (Acosta, 2017).

En síntesis, la metodología de clasificación no supervisada permite estimar el estado de los recursos naturales de una zona de estudio específica, presenta utilidad para la evaluación y seguimiento de cambios en la cobertura y uso de los suelos, permitiendo obtener información relevante para la toma de decisiones que faculte la resolución de potenciales problemas ambientales (Acosta, 2017).

## Capítulo 4. Estudios de Prefactibilidad

El presente capítulo corresponde al tercer y último apartado de la II Parte de este trabajo, en el cual se abordaron los distintos estudios de prefactibilidad efectuados para conocer la viabilidad del proyecto, que consiste en la elaboración de una propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz. Los estudios de prefactibilidad se realizaron bajo la metodología Sapag *et al.*, (2014), esta toma en cuenta nueve perspectivas, de las cuales se evaluarán únicamente seis para el proyecto actual. Estas fueron: estudio de prefactibilidad técnica, organizacional, legal, financiera, ambiental y social.

### 4.1 Estudio de Prefactibilidad Social

El estudio de prefactibilidad social permite conocer la percepción de las personas que habitan cerca del proyecto a realizar, sobre la ejecución de este (Sapag *et al.*, 2014). Es importante tomar en cuenta este pensamiento, pues en ocasiones, los proyectos pueden beneficiar a las comunidades mejorando su calidad de vida, o en caso contrario, pueden verse afectados por factores derivados del proyecto. Otra posibilidad es que los actores sociales desconozcan los impactos, ya sean negativos o positivos, que la ejecución de un proyecto pueda originar, de manera que es de suma importancia informar, así como consultar la opinión de la comunidad sobre el proyecto en cuestión.

Para conocer la percepción de las comunidades de Bajo La Paz, La Paz, Piedades Norte y Bajo Zúñiga sobre el proyecto que pretende la propuesta de PGA, se elaboró una pequeña

entrevista de tipo mixto, es decir con preguntas abiertas y cerradas. Dichas encuestas fueron efectuadas a personas claves, dentro de las cuales se encontraron líderes comunales, personas productoras y personas dueñas de comercios. Es importante mencionar que el grupo de interés así como el tipo y tamaño del cuestionario se seleccionaron con la intención de respetar los protocolos establecidos por el Ministerio de Salud para contener los contagios de Covid-19, además las entrevistas se realizaron vía telefónica, por video llamada y personal mediante la visita a la feria del agricultor del cantón de San Ramón, en la cual se reúnen muchos de los productores de la zona, así como la visita a los comercios de interés, en total se contó con la participación de 10 personas (Ver Anexos 1, 2, 3 y 4).

El instrumento mediante el cual se efectuaron las encuestas constó de tres preguntas, dos de tipo cerrado y una de tipo abierto que dio espacio al diálogo (Ver anexo 5). Para la primera pregunta, el 90% de las personas participantes respondió que no conocía el OCA del Río La Paz, mientras que el 10% afirmó que lo conocía. Con respecto a la pregunta dos, al ser una pregunta abierta las respuestas se clasificaron en muy bueno, importante y necesario, siendo opiniones positivas para la realización del proyecto; un 30% de las personas participantes indicó que la ejecución del proyecto es importante, otro 30% mencionó que el proyecto es muy bueno y el 40% restante señaló que lo consideran necesario. Gracias a la realización de esta pregunta abierta las personas participantes mostraron su preocupación ante posibles amenazas al recurso hídrico superficial del río La Paz, pues muchos de ellos ejecutan un aprovechamiento responsable, sin embargo, consideran que existe un sector de la población que compromete el recurso del cual todas y todos son usuarios, razón por la cual se encuentran anuentes a la ejecución de este proyecto. Por último, para la pregunta tres, el 100% de las personas entrevistadas respondieron que la ejecución de este proyecto si traería mejoras a la comunidad (Ver anexos 6, 7 y 8).

Adicionalmente, el río La Paz es una de las fuentes de agua para consumo humano que abastece las comunidades que conforman la subcuenca hidrográfica del río la Paz, de manera que los costos que se podrían evitar mediante la ejecución de este proyecto son: los gastos relacionados al tratamiento de brotes de enfermedades de origen hídrico, como lo son la diarrea, tifoidea, disentería, entre otras (Rodríguez, 2017), que a largo plazo podrían desencadenar afectaciones en el hígado, enfermedad celiaca o incluso cáncer (Brousett *et al.*, 2018), además, otro costo que podría ser evitado mediante la realización de este proyecto, es la compra de agua embotellada para el consumo de la población, ante la posible contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua.

Tomando en cuenta los resultados preliminares obtenidos, el proyecto es viable desde la perspectiva social, sin embargo las inquietudes y opiniones expresadas por las personas participantes del cuestionario se tomarán en cuenta a lo largo de la ejecución de este proyecto, ya que la finalidad de este es contribuir a la adecuada gestión ambiental del recurso hídrico superficial del cuerpo de agua en estudio, de manera que se pueda dar continuidad al aprovechamiento seguro y responsable de los servicios ecosistémicos que el río La Paz ofrenda a las comunidades, así como inculcar en las personas usuarias de este una cultura de preservación y buena gestión de los recursos naturales, en especial el recurso hídrico.

## 4.2 Estudio de Prefactibilidad Ambiental

El estudio de prefactibilidad ambiental tiene como objetivo conocer, si la ejecución del proyecto en cuestión genera un impacto negativo que pueda comprometer la calidad de los recursos naturales de la zona en estudio (Sapag *et al.*, 2014). Para el presente proyecto las tareas que corresponden a los objetivos propuestos son, inicialmente la caracterización de las actividades socio productivas que se llevan a cabo en la subcuenca del Río La Paz, para realizar un mapa de uso del suelo de la zona de estudio y, como segunda actividad, la elaboración de una propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz.

Mediante la validación con actores clave del proyecto y expertos en el tema. Contemplando las actividades a desarrollar, se puede afirmar que la naturaleza de los objetivos planteados no requiere de la construcción de infraestructuras o la intervención de algún sistema natural, por el contrario, el cumplimiento de los objetivos planteados en este estudio se llevó a cabo mediante actividades tales como las revisiones bibliográficas, visitas de campo, empleo de Sistemas de Información Geográfica, utilizando criterio de experto y el desarrollo de talleres para el proceso de validación de la PGA.

Aunado a lo anterior, el 21 de diciembre del año 2016, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), desde su subdivisión Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), emitió la resolución N° 2373-2016-SETENA en la cual se expresa un listado de actividades y proyectos que la SETENA cataloga como de “muy bajo impacto ambiental potencial” (RN°2373/2016). Esta resolución expresa que “Estudios o actividades necesarios, para obtener información en la elaboración de herramientas o instrumentos de evaluación de impacto ambiental” (RN°2373/2016), se catalogan como de muy bajo impacto ambiental potencial. Considerando lo expresado en la resolución N° 2373-2016-SETENA, las tareas que permiten el cumplimiento de los objetivos propuestos en el presente estudio, son catalogadas como actividades que presentan nulo y muy bajo impacto ambiental, ya que tienen como finalidad la elaboración de una propuesta de plan de gestión ambiental que permita la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz. Tomando en cuenta lo anterior, se puede concluir que la ejecución de este estudio es viable desde la perspectiva ambiental.

## 4.3 Estudio de Prefactibilidad Legal

El estudio de prefactibilidad legal se realiza con el fin de identificar algún impedimento de tipo reglamentario que frene o retrase la ejecución de un proyecto de cualquier índole (Sapag *et al.*, 2014). La naturaleza de los objetivos planteados en el presente proyecto no se encuentran prohibidos por ninguna legislación vigente en nuestro país, sin embargo se encuentran relacionados y, a su vez, pueden verse regulados por cuatro distintos decretos, estos son: Decreto N° 32327-S Reglamento para la Calidad de Agua Potable, el Decreto N° 33903-MINAE-S Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, el Decreto N° 33601 Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales y el Decreto N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC Reglamento General

sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), publicados en el diario oficial La Gaceta en los años 2015, 2007, 2006 y 2004 respectivamente.

Por otra parte, existen otros instrumentos de jurisprudencia que se encuentran relacionados, inciden y regulan los temas relacionados a la gestión ambiental y la calidad de agua superficial, los cuales son expresados y explicados en la siguiente tabla. (Ver cuadro 1).

**Cuadro 1.** Marco de gobernanza del recurso hídrico en Costa Rica

<b>Jurisprudencia</b>	<b>Descripción de la Jurisprudencia</b>	<b>Relación con el estudio</b>
Constitución Política de Costa Rica. Artículo 50.	Este artículo expresa el derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado	Una deficiente gestión ambiental del recurso hídrico superficial del río La Paz puede afectar la calidad y equilibrio natural de esta subcuenca hidrográfica
Ley de Aguas N°276. Artículo 32	El artículo 32 expresa que ante peligro de contaminación el Poder Ejecutivo tomará las medidas necesarias para evitarlo	Una adecuada gestión ambiental para conservar el recurso hídrico superficial permite trabajar desde la prevención de la contaminación
Ley de Conservación de Vida Silvestre N°7317 Artículo 128	Este artículo expresa la prohibición del vertido de agua residuales a cuerpos de agua	El vertido o arrastre de aguas residuales crudas al río La Paz puede comprometer la calidad del cuerpo de agua
Ley Orgánica el Ambiente N° 7554 Artículo 64	Este artículo declara que la autoridad correspondiente se encargará de que las actividades de aprovechamiento no alteren ni la cantidad ni calidad de agua	Una adecuada gestión ambiental del recurso hídrico permite colaborar en el aprovechamiento seguro y responsable de los servicios del río La Paz
Ley Orgánica el Ambiente N° 7554 Artículo 67	La autoridad correspondiente tiene la obligación de tomar medidas para prevenir y mitigar la contaminación de las cuencas hidrográficas	Una ineficiente gestión ambiental del recurso hídrico puede llevar al deterioro en calidad y cantidad de las fuentes de agua.
Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839 Artículo 56	Dispone de 15 años de prisión a la persona que arroje residuos a zonas de protección de cuerpos de agua y cuerpos de agua utilizados para abastecimiento de consumo humano	El mal manejo de los residuos puede llevar a la contaminación del agua superficial del río La Paz

<b>Jurisprudencia</b>	<b>Descripción de la Jurisprudencia</b>	<b>Relación con el estudio</b>
Ley de Construcciones Artículo 17	Prohíbe verter aguas residuales de tipo especial industriales cuando puedan impactar a la salud de las personas y los animales.	Un mal manejo de los residuos constructivos puede comprometer la calidad del recurso superficial del río La Paz
Ley General de la Salud Artículo 50	Esta herramienta jurídica se encarga de regular las actividades de uso y consumo humano.	Una deficiente Gestión Ambiental del recurso hídrico puede comprometer las fuentes de agua.
Decreto N°31545-S Reglamento de Aprobación y Operación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales	Este decreto vela por la protección de la salud pública y el ambiente gestionando las aguas residuales y servidas independientemente de su origen	Un deficiente saneamiento de las aguas residuales puede comprometer la salud de los cuerpos de agua receptores
Decreto N° 34431-MINAET Reglamento de creación de canon ambiental por vertidos	Esta herramienta jurídica permite la regulación de un canon que permite el vertido de sustancias contaminantes	Un deficiente saneamiento de las aguas residuales puede comprometer la salud de los cuerpos de agua receptores
Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual EIA) – Parte IV N°32966	Contiene las pautas para la elaboración de Pronósticos Planes de Gestión Ambiental.	La descripción de las pautas establecidas para la realización de Planes de Gestión Ambiental es de gran ayuda para el presente estudio
Propuesta Procedimiento para el Establecimiento de Medidas Compensatorias a proyectos con Viabilidad Ambiental o en procesos de otorgamiento de esta	Busca la aplicación de procedimientos para la presentación de medidas compensatorias a la SETENA, en proyectos con Viabilidad Ambiental	La PPGA pretende brindar medidas ambientales compensatorias, de manera que este documento es de gran ayuda para su formulación
Resolución Comisión Plenaria Proyectos de Muy Bajo Impacto Ambiental N°2373-2016- SETENA	Abarca lo referente a actividades que se consideran como de muy bajo impacto ambiental según la comisión plenaria de la SETENA	Conocer las actividades consideradas como de muy bajo impacto ambiental es de suma relevancia para la ejecución de este estudio.
Reglamento sobre Procedimientos de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) N°25705-MINAE	Mantiene información relevante sobre las tareas de la SETENA	Contiene información sobre sanciones establecidas por la SETENA, entre otras disposiciones importantes para este estudio

Fuente: Elaboración propia, 2021

El Decreto N° 32327-S Reglamento para la Calidad de Agua Potable, presenta una serie de parámetros de agua sugeridos y obligatorios que se deben analizar en laboratorio para asegurar la calidad de agua potable, el Decreto N° 33903-MINAE-S Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales, de igual forma, dispone parámetros del agua sugeridos y obligatorios así como aspectos que tienen que ver con el muestreo de las aguas y dos índices de calidad sugeridos para aplicar en la identificación de la calidad de las aguas superficiales.

Por otra parte, el Decreto N° 33601 Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales muestra los límites permisibles para el vertido de Aguas Residuales, tanto al alcantarillado sanitario como a un cuerpo de agua receptor. Finalmente, el Decreto N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) abarca todo lo relacionado a la evaluación ambiental, la gestión ambiental y los planes de gestión ambiental.

Las jurisprudencias mencionadas a lo largo de este capítulo contribuyen a la gestión y conservación del ambiente, enfocándose en la protección del recurso hídrico. Sin bien, exhiben pautas de manejo, prácticas y procesos que se encuentran relacionados a las actividades propuestas en los objetivos del presente estudio, lejos de ser una dificultad para su ejecución, funcionan como una guía. Por lo tanto, al no presentarse una limitación legal que impida o retrase la realización de este proyecto, se concluye que el estudio es viable desde el punto de vista legal.

#### 4.4. Estudio de Prefactibilidad Técnica

Los estudios de prefactibilidad técnicos muestran información de todos los requerimientos técnicos para la puesta en marcha de un proyecto. Contiene información como flujogramas de tareas que requieran trabajo técnico, cronogramas de trabajo, estudios a realizarse, así como servicios profesionales que puedan ser de utilidad (Sapag *et al.*, 2014).

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el presente estudio, se realizaron actividades como la búsqueda y revisión de bibliografía referente al proyecto en cuestión, las visitas de campo a la subcuenca del río La Paz, que permitieron la recolección de información, sin embargo, se requirió la ejecución de dos actividades de origen técnico, las cuales fueron la elaboración de mapas y la validación de la propuesta de plan de gestión ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz. Con respecto a la realización de mapas, estos fueron elaborados por la autora, mediante el empleo de Sistemas de Información Geográfica (SIG), específicamente los programas *ARCGIS* y *QGIS*. En cuanto al proceso de validación de la propuesta, se requirió la consulta con un experto en el área de Ingeniería en Gestión Ambiental, quien brindará sus servicios profesionales para la consulta y validación de dicha propuesta de forma ad honorem. Es importante mencionar que, además se realizará la contratación de un profesional experto en el campo de filología, quien revisará el informe final de este proyecto.

Considerando que, en la información anterior, se han explicado las actividades técnicas a realizar a lo largo de la ejecución de este proyecto y que cada una es subsanada por la autora, se puede concluir que el presente proyecto es viable desde la perspectiva técnica.

#### 4.5 Estudio de Prefactibilidad Financiera

El estudio financiero tiene como objetivo organizar y estructurar los datos referentes al dinero, que han sido recopilados a lo largo de los estudios anteriores (Sapag *et al.*, 2014). Es importante mencionar que el presente proyecto no es de carácter de inversión, ya que no requiere de la construcción de infraestructuras, por el contrario, es un proyecto de carácter social.

Tomando en cuenta que el presente proyecto no se cataloga como de inversión, el estudio de prefactibilidad financiera fue abordado por medio de la elaboración de un presupuesto, es importante mencionar que lo expuesto en la sección de descripción son contrapartes, es decir, todas aquellas actividades financiadas por parte de la autora (Ver cuadro 2).

Considerando los aspectos expuestos a lo largo de este estudio, que sustentan los gastos monetarios que corresponden a la ejecución del presente estudio, se puede concluir que el proyecto que pretende la elaboración de una propuesta de PGA para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz es viable desde la perspectiva financiera.

**Cuadro 2.** Presupuesto del proyecto

Actividad	Cantidad	Descripción	Costo	Detalles
<b>Costos directos</b>				
Proceso de validación	3	Carteles de cartón	₡1 650,00	Taller presencial
	1	Resma de hojas bond	₡2 190,00	
	1	Transporte	₡10 000,00	
	1	Conectividad a Internet	₡25 000,00	Taller virtual
<b>Costos indirectos</b>				
Giras	11	Viáticos	₡187 000,00	Combustible y comida
Servicios profesionales	1	Filólogo (a)	₡115 000,00	Revisión
Puesta en marcha del proyecto	1	Celular inteligente	₡300 000,00	Toma de punto (Google Maps)
	1	Computadora	₡499 000,00	Elaboración del proyecto
	1	Impresora	₡40 999,00	Impresión de material
	1	Caja de Lápiz/ Lapicero	₡2 000,00	Recolección de datos
	1	Libreta de apuntes de campo	₡5 000,00	Recolección de datos
	1	Impresión y empastado	₡20 000,00	
<b>Otros</b>				
Imprevistos	N/A	Accidentes	₡50 000,00	De tránsito, caídas, contraer covid
	N/A	Fallo de transporte	₡60 000,00	Reparación del vehículo
Costo total			₡1 317 839,00	

Fuente: Elaboración propia, 2022

#### 4.6 Estudio de Prefactibilidad Organizacional

Los estudios de prefactibilidad organizacional tienen como objetivo presentar un acercamiento a la aceptación y apoyo, por parte de la organización en cuestión, al proyecto que se pretenda desarrollar (Sapag *et al.*, 2014). En el caso del presente estudio, como ha sido mencionado anteriormente, la organización que lo respalda es la Alianza Nacional de Ríos y Cuencas por medio del Observatorio Ciudadano del Agua del río La Paz.

Dentro de los intereses y políticas en las que se basa la Alianza Nacional de Ríos y Cuencas, así como los Observatorios Comunales del Agua (OCAs), se encuentra la preservación, conservación y sensibilización de la población ante temas relacionados al recurso hídrico, los cuales permitan el involucramiento comunal en la toma de acciones y decisiones que aseguren la calidad ambiental de los cuerpos de agua. Considerando que este proyecto es una propuesta de gestión ambiental para la conservación del río La Paz, la cual permite conservar tanto la salud de los ecosistemas como la salud pública, siendo este un cuerpo de agua empleado para abastecimiento de consumo humano, y además apoya los esfuerzos para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) número 6: Agua Limpia y Saneamiento y número 14: Vida Submarina (Naciones Unidas, 2019), el presente proyecto recibe el respaldo total de la Alianza Nacional de Ríos y Cuencas para su formalización y ejecución. Tomando en cuenta lo expresado con respecto a la percepción de la organización sobre el proyecto y el apoyo que ha brindado para su ejecución, el estudio se puede catalogar como factible desde el punto de vista organizacional.

Considerando que todos los estudios abordados son factibles, se puede concluir que el presente proyecto final de graduación presenta factibilidad para su ejecución.

### III Parte. Diseño Metodológico

#### Capítulo 5. Metodología

Este capítulo aborda la metodología empleada para la realización de este proyecto. Se plantean los elementos generales de la metodología que incluye el paradigma de investigación, el tipo de investigación, el método de investigación y las etapas de la investigación. Por último, se abordan las actividades realizadas para dar cumplimiento a los objetivos propuestos para la ejecución del presente proyecto.

##### 5.1 Elementos generales de la metodología

En esta sección se describen detalladamente los elementos generales de la metodología: el paradigma empleado para la investigación, el tipo de investigación, el método de investigación y las etapas de la investigación. Con el fin de presentar de la mejor manera la metodología empleada a lo largo de la ejecución de este proyecto.

###### 5.1.1 Paradigma de investigación

Los paradigmas pueden tener distintas definiciones, dependiendo de la naturaleza del tema al cual se apliquen, no obstante, de forma generalizada, se puede definir un paradigma como un conjunto de normas, técnicas o valores, ya sean numéricos o de características, que permiten la resolución, de forma acertada, de un problema o una razón de investigación (González, 2010).

En cuanto al paradigma investigativo empleado para la puesta en marcha del presente proyecto, se puede definir como paradigma cualitativo, ya que, según Álvarez-Gayou *et al.*, (2014) este tipo de paradigma es interpretativo, es decir, que se fundamenta en la observación y el análisis de la información con el fin de estudiar fenómenos, así como entender problemáticas de investigación. Estas características describen la naturaleza de las

actividades propuestas para el cumplimiento de los objetivos planteados para este estudio (Álvarez-Gayou *et al.*, 2014)

En términos generales, el paradigma de investigación cualitativa se basa en la recopilación de información no cuantitativa para ser interpretada y luego ser descrita, en función de los objetivos del estudio, iniciando con observaciones preliminares para terminar con teorías explicativas y fundamentadas (Álvarez-Gayou *et al.*, 2014). Particularidades que coinciden con las etapas planteadas para el presente proyecto (Ver figura 4)

### 5.1.2 Tipo de investigación

Considerando la literatura consultada, así como la naturaleza de las metas y actividades planteadas para realizar la propuesta de gestión de las aguas residuales que se generan en la subcuenca del río la Paz, el tipo de investigación empleado, según el abordaje de la problemática, se cataloga como correlacional, ya que, según, Campos (2017) este tipo de metodología analiza, evalúa y describe las relaciones que existen entre las variables y conceptos que engloban un suceso o problemática. Por otra parte, se pueden destacar otros tipos de investigación que se relacionan con la naturaleza de la metodología empleada para la ejecución de este proyecto, por ejemplo, la investigación de tipo aplicada, que busca descubrir estrategias que se puedan utilizar para afrontar una problemática específica y emplea la revisión bibliográfica o teoría para crear conocimiento aplicable (Tipos de Investigación, 2021). La investigación aplicada se subdivide en aplicada tecnológica y aplicada científica, la investigación aplicada tecnológica permite generar conocimientos que puedan ser de utilidad, para un sector productivo, para concretar un impacto positivo en la cotidianidad o mitigar un impacto negativo, mientras que la investigación aplicada científica pretende el estudio de variables para predecir comportamientos que tienen que ver con bienes y servicios (Lozada, 2014). De manera que el presente proyecto se aborda mediante una investigación aplicada tecnológica, puesto que, mediante la elaboración de la propuesta de Plan de Gestión Ambiental, se pretende dar continuidad al aprovechamiento responsable y seguro del recurso superficial del río La Paz.

Finalmente, según la forma o manera en la que se obtienen los datos, este proyecto mantiene una investigación tanto de tipo bibliográfico como de tipo de campo (Campos, 2017).

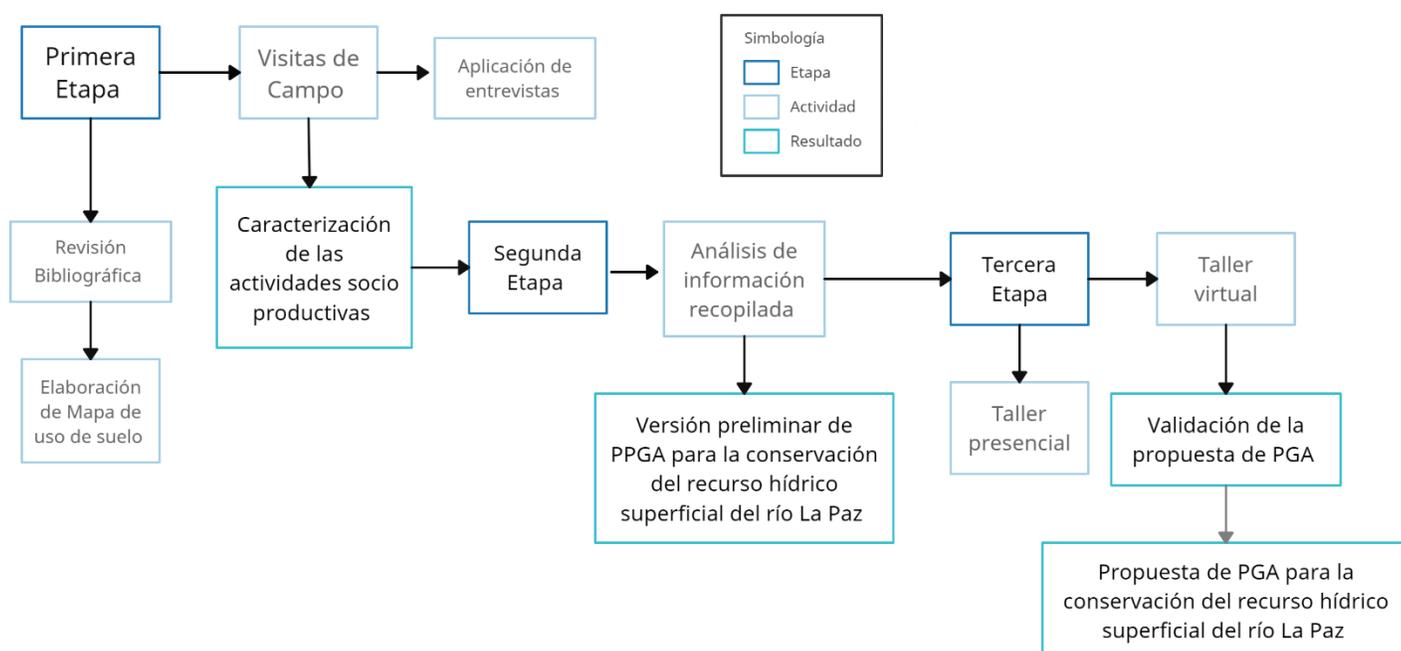
### 5.1.3 Método de investigación

El método de investigación empleado en la metodología de este proyecto se considera como cualitativo, pues consiste en la recopilación de los datos cualitativos del sitio de estudio, utilizando procedimientos de valor de datos como lo son la observación, las entrevistas, la generación de materiales digitales y la revisión de documentos como minutas, agendas, entre otros (Zita,2020). La información anterior se relaciona directamente con las etapas del proyecto, pues como se ha mencionado anteriormente, inicialmente se empleó la revisión bibliográfica y las visitas de campo con el fin de caracterizar las actividades socio productivas desarrolladas en la subcuenca del río La Paz, posteriormente, utilizando esta información recolectada, así como el criterio de experto, se elaboró una versión preliminar para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz. Finalmente, se realizó un proceso de validación, mediante grupos focales compuestos por expertos en el tema de Gestión

Ambiental del recurso hídrico y actores clave del proyecto en cuestión, de manera que, como producto final, se obtuvo la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental.

#### 5.1.4 Etapas de la investigación

Las etapas de la investigación para la ejecución del proyecto se encuentran ordenadas de manera secuencial, es decir, la información obtenida en la ejecución de la primera etapa es necesaria para la ejecución de la segunda y, a su vez, los resultados obtenidos en la segunda etapa de la metodología permiten la puesta en marcha de la última etapa. En la siguiente ilustración se muestran las etapas y actividades correspondientes a la metodología planteada para el presente estudio (Ver figura 4).



**Figura 4.** Etapas de la investigación del proyecto

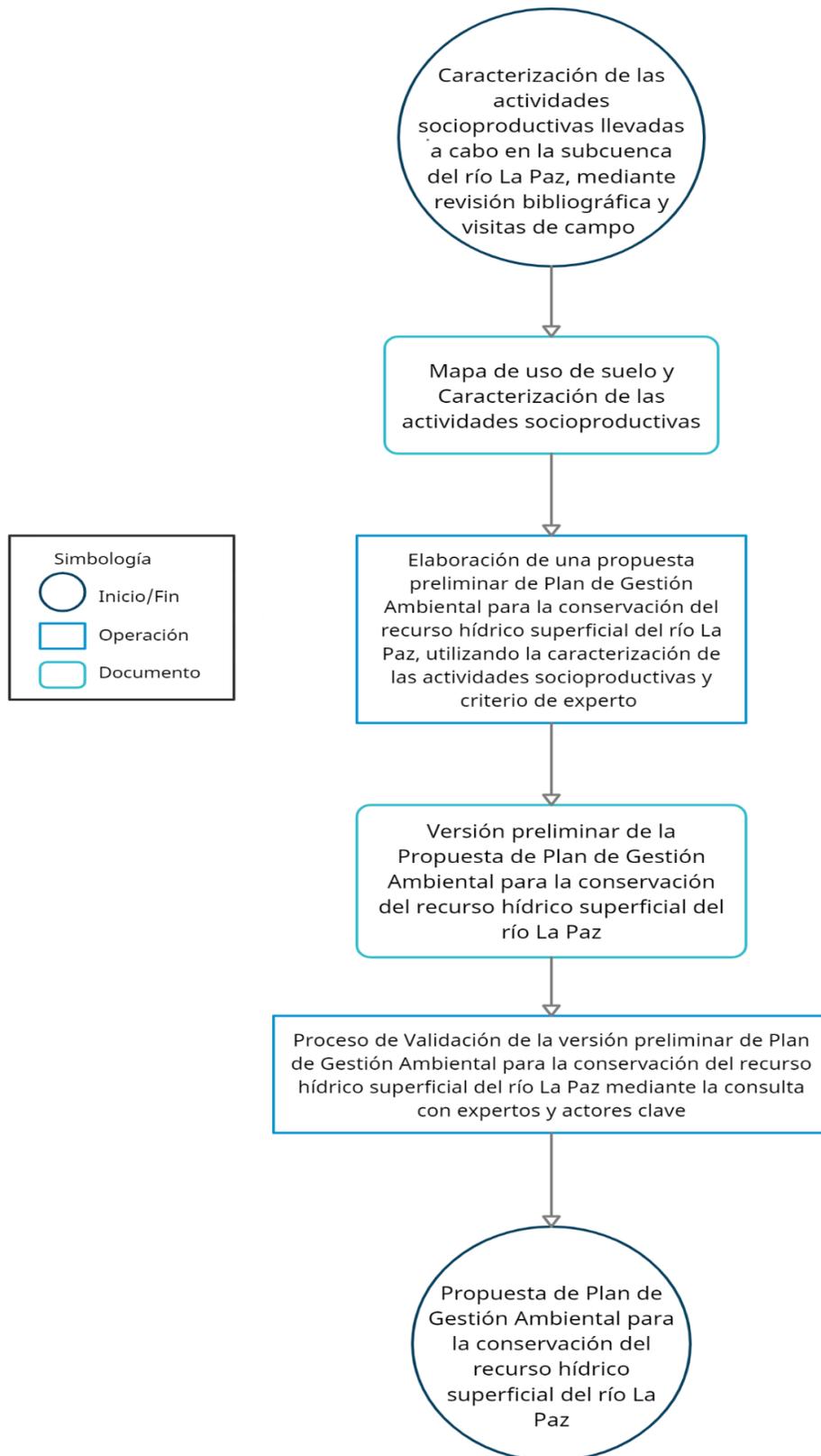
Fuente: Elaboración propia, 2021

Como se puede observar en la figura 4 las etapas de la metodología corresponden a las actividades de los objetivos propuestos para la ejecución de este estudio. La primera etapa de la investigación consta de la revisión bibliográfica y visitas de campo que permitan generar la caracterización de las actividades socio productivas que se desarrollan en la subcuenca del río La Paz, la segunda etapa consiste en la elaboración de la propuesta de gestión ambiental, utilizando la información recopilada en la primera etapa y el criterio de experto. Finalmente, la tercera etapa consiste en el proceso de validación de la PPGA, el cual se realizó mediante el desarrollo de talleres con expertos y actores sociales del presente estudio.

## 5.2 Metodología del Proyecto

El agua superficial del río La Paz es empleada para el abastecimiento de consumo humano, mediante la captación directa de su recurso superficial, razón por la cual es relevante, tanto el conocimiento de las actividades socio productivas que se llevan a cabo, como el proceso de validación de la propuesta de plan de gestión ambiental elaborada. El cronograma de trabajo se abordó mediante un Diagrama de Gantt (Ver Anexo 9). Se presenta a continuación el flujograma del proyecto con su respectiva simbología (Ver figura 5).

En los siguientes apartados se detallan las actividades realizadas para brindar cumplimiento a los objetivos propuestos a lo largo de este proyecto.



**Figura 5.** Flujograma del proyecto

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

### 5.2.1 Caracterización de las actividades socio productivas de la subcuenca del río La Paz

La caracterización de las actividades socio productivas que se llevan a cabo en la subcuenca del río La Paz, se abordó mediante la consulta bibliográfica y el empleo de visita de campo, principalmente. Estas actividades permitieron identificar las potenciales fuentes de contaminación del río La Paz, y, además, permitieron determinar características físicas del cuerpo de agua. Con la información recolectada se elaboró un mapa de uso de suelo utilizando sistemas de información geográfica (SIG).

#### Revisión Bibliográfica

La búsqueda bibliográfica se enfocó prioritariamente en documentos de estudios realizados, tanto en la en la subcuenca del río de la Paz, como en ríos que comparten características o variables similares. Dos de los documentos más consultados fueron los realizados por Rodríguez (2017) y Siles (2020), quienes llevaron a cabo un monitoreo biológico y fisicoquímico respectivamente.

#### Visitas de Campo

Las visitas de campo permitieron conocer las distintas actividades económicas y sociales que se realizan en la subcuenca del río La Paz, el grado de sensibilización ambiental que la comunidad presenta y la opinión que manejan los habitantes sobre el desarrollo de las actividades socio productivas que se llevan a cabo. Aunado a lo anterior, las giras de campo ayudaron a identificar la topografía de la subcuenca, mostraron una visualización parcial de la existencia y condición de las áreas de protección del río, conocer los potenciales puntos calientes o *hot spots* de contaminación, si existen evidencias físicas no tangibles de contaminación en el agua superficial del río, como lo son olores, colores, apariencia del agua, así como determinar las condiciones del ecosistema fluvial.

Por tanto, se realizaron 11 visitas de campo, diez a la zona de estudio y una fuera de la zona que, sin embargo, se encontraba directamente relacionada con la puesta en marcha del estudio (Ver Cuadro 3). Es importante mencionar que dos de las giras de campo efectuadas se dedicaron a la aplicación de entrevistas a propietarios de comercios, productores de la zona y vecinos de la comunidad. Inicialmente, estas encuestas se ejecutaron con la finalidad de realizar el estudio de prefactibilidad social del presente proyecto, no obstante, se logró recopilar información útil que permitió concretar los resultados y hallazgos del estudio (Anexo 5).

En la siguiente tabla, se detallan las visitas de campo realizadas.

**Cuadro 3.** Visitas de Campo efectuadas a lo largo del proyecto

Visita	Zona	Fecha	Trabajo desempeñado
1	Bajo La Paz, La Paz	29/01/2021	Reconocimiento del sitio
2	La Paz	28/03/2021	Reconocimiento del OCA río La Paz
3	Bajo La Paz	25/04/2021	Reconocimiento del río
4	Feria del Agricultor	7/05/2021	Entrevistas a productores
5	Bajo La Paz	9/05/2021	Entrevistas a comercios
6	Bajo La Paz, La Paz	20/05/2021	Entrevistas a comercios y vecinos
7	Piedades Norte, La Paz	15/07/2021	Visita de campo a distintos sectores del río
8	La Paz	18/08/2021	Reconocimiento de la toma de agua superficial y toma de punto
9	Piedades Norte, Bajo La Paz, La Paz	23/09/2021	Visita después de evento hidrometeorológico extremo
10	Piedades Norte, Bajo Zúñiga, La Paz, Bajo La Paz	09/11/2021	Evaluación de la situación del alcantarillado pluvial
11	La Paz	17/01/2022	Taller presencial con ADC de La Paz

Fuente: Elaboración propia, 2022

La información para elaborar la tabla 3, se obtuvo mediante la revisión de las notas de campo tomadas por la autora del presente proyecto (Ver Anexo 11)

#### Mapa de uso del suelo

Para la elaboración del mapa de uso de suelo se utilizaron Sistemas de Información Geográfica, específicamente el software *ARCGIS*, mediante el cual se realizó la metodología de Clasificación no Supervisada (CNS).

La CNS se realizó utilizando la tecnología de teledetección, específicamente imágenes satelitales. Se hizo uso de la página del Servicio Geológico de los Estados Unidos (*USGS*), por sus siglas en inglés, mediante la interfaz *Earth Explorer*. Para seleccionar la imagen satelital adecuada para la elaboración del mapa de uso de suelo se efectuó una búsqueda de la localización de interés, en este caso, Costa Rica, en un intervalo entre los años 2017 y 2020. Se seleccionó el satélite *Sentinel-2*, del cual se descargó una imagen con fecha de 1 de abril de año 2018, ya que presentó mayor nitidez, en comparación a las demás, debido a la poca o nula presencia de nubosidad en el punto exacto de estudio. Se procedió a realizar correcciones de nubosidad, para luego, dar inicio al proceso de clasificación no supervisada.

En lo que respecta a la clasificación no supervisada como tal, inicialmente se procedió a realizar una combinación de bandas en color natural (4-3-2) a la imagen satelital elegida, esto con el fin de mejorar la nitidez de esta, seguidamente se utilizó el archivo *shape* de la subcuenca del río La Paz y se procedió a utilizar la herramienta de vecindad o vecino más próximo, la cual permite reconocer áreas similares y categorizarlas, según los intereses de la persona ejecutante de la metodología, para el área geográfica de escogencia. Las vecindades o clasificaciones fueron: bosque, pastizal, cultivos, urbano, suelo desnudo y nubes. Si bien la

categoría nubes, no representa ningún uso de suelo, se incluyó en la simbología ya que, la subcuenca del río La Paz es una zona con condiciones climáticas en las que predomina la nubosidad, de manera que era relevante justificar la presencia de nubes en la cartografía digital. Los resultados de ejecución de la metodología de clasificación no supervisada se muestran en la sección de resultados y discusión (Ver Capítulo 6).

### 5.2.2 Elaboración de Propuesta preliminar de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz

Para la elaboración de la Propuesta preliminar de Plan de Gestión Ambiental (PGA) para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, se utilizó la información recopilada mediante la caracterización de las actividades socio productivas desarrolladas a lo largo de la subcuenca del río en estudio, además, se utilizó el criterio de experto en la identificación de potenciales fuentes de contaminación. Es importante mencionar que también se tomaron en cuenta los resultados de los estudios realizados en el río La Paz por parte de Rodríguez (2017) y Siles (2020) (Ver anexos 21 - 24).

Aunado a lo anterior, la propuesta preliminar de PGA fue elaborada tomando en cuenta lo referente a Planes de Gestión Ambiental estipulado en el Reglamento General para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, sin embargo, también se tomaron en cuenta otros materiales jurídicos que tiene como función la regulación de temas relacionados a la Gestión Ambiental del recurso hídrico, entre ellos destacan, el Reglamento de reúso y vertido de aguas residuales N° 33601-MINAE-S, el Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas ordinarias tratadas N° 42075-S-MINAE, Ley para la Gestión Integral de los residuos sólidos, la Ley Forestal N°7575, entre otros.

En términos generales, la propuesta de plan de gestión ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, contiene recomendaciones sectoriales, con medidas ambientales de prevención, mitigación y compensación a potenciales impactos negativos, en cantidad y calidad, al recurso hídrico superficial del cuerpo de agua en estudio tomando en cuenta tres ejes principales: La gestión de las aguas residuales generadas en la subcuenca, la gestión del agua empleada para abastecimiento de consumo humano y la gestión Integral del recurso hídrico. Considerando estos ejes o paradigmas se elaboró una herramienta que busca dar continuidad al aprovechamiento responsable y seguro del recurso hídrico superficial del río La Paz.

### 5.2.3 Proceso de validación de la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental

El proceso de validación se realizó mediante el desarrollo de dos grupos focales, uno presencial con actores clave del estudio y uno virtual con expertos en el tema de gestión ambiental del recurso hídrico. El grupo focal con expertos se abordó mediante un taller virtual, al cual se extendió la invitación a diez participantes: dos representantes de la Alianza Nacional de Ríos y Cuencas, tres académicos de la Universidad Nacional de Costa Rica, Sede Regional Chorotega, un representante del Ministerio de Salud, dos académicas de la Universidad de Costa Rica (UCR), un académico de la Universidad Técnica Nacional (UTN) y un representante de la Comisión de Gestión Ambiental del Ministerio de Seguridad Pública. La invitación se entregó vía correo electrónico, explicando el motivo de la actividad virtual

y adjuntando un afiche digital con la fecha, hora y plataforma virtual a utilizar (Ver Anexo 13). Este taller se dividió en dos bloques, el primero consistió en la presentación de la propuesta de plan de gestión ambiental como tal, el segundo bloque, por su parte, comprendió un conversatorio donde se le brindó espacio a las personas participantes para expresar su opinión sobre el trabajo realizado, identificar fortalezas y oportunidades de mejora. La actividad virtual se realizó el jueves 20 de enero del presente año 2022, utilizando la plataforma *Zoom*.

Con respecto al segundo grupo focal, con actores clave del proyecto, se realizó un taller presencial con la Asociación de Desarrollo Comunal de La Paz, el día 17 de enero del año 2022, en el salón comunal de la zona. La invitación se extendió a los ocho miembros de la ADC de la Paz.

En este caso, se elaboraron tres carteles donde se mostró el trabajo realizado, además, se preparó un panfleto, del cual se entregó una copia a cada una de las personas participantes, mostrando la propuesta de plan de gestión ambiental en un lenguaje comprensible e inclusivo (Ver Anexo 14) La actividad constó de tres bloques, inicialmente se realizó una actividad rompe hielo, donde se presentaron las personas asistentes, para continuar con la exposición de la propuesta elaborada y finalizar con un conservatorio, donde los participantes, mostraron sus opiniones sobre la propuesta realizada.

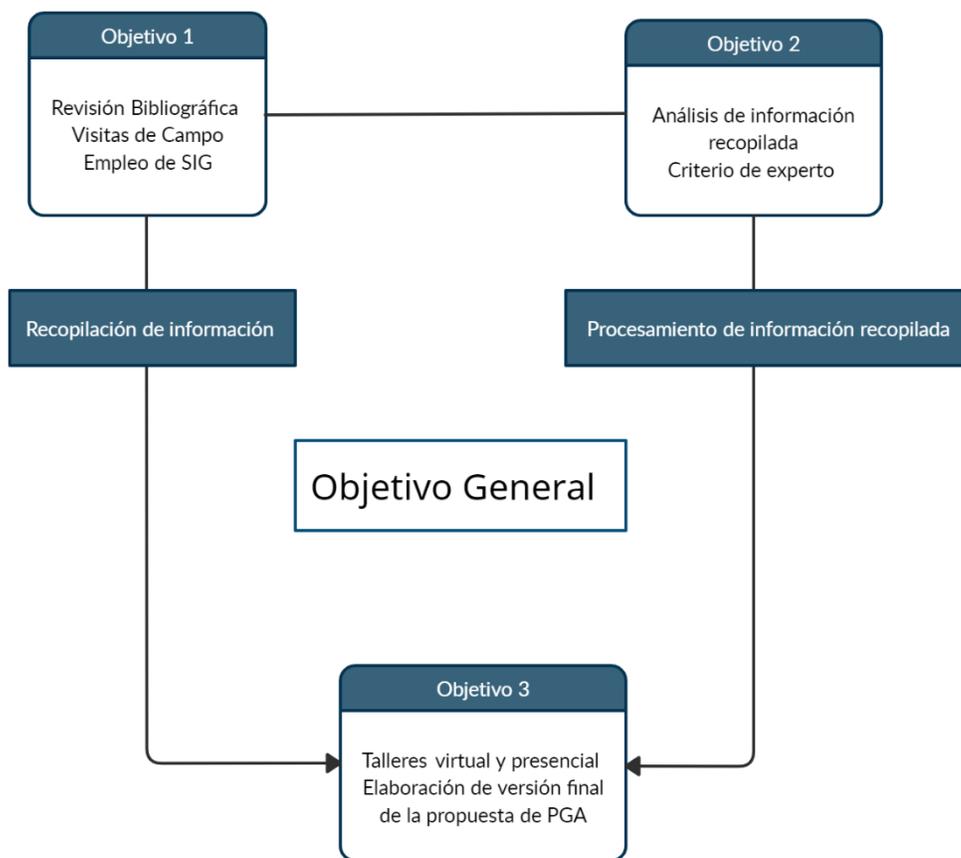
### 5.3 Relación entre los objetivos y las actividades planteadas

Este apartado tiene como fin abarcar la relación que existe entre las actividades planteadas y los objetivos propuestos para este proyecto, de manera que se pueda mostrar, con mayor precisión, la secuencia lógica en la que se encuentran planificadas las actividades que dan cumplimiento a los objetivos específicos ya presentados, los cuales, a su vez permiten satisfacer el objetivo general, que consiste en la elaboración de una propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, con la finalidad de dar continuidad al aprovechamiento responsable y seguro del agua empleada para el abastecimiento de consumo humano.

Para el primer objetivo específico propuesto, sobre la caracterización de las actividades socioproductivas desarrolladas en la subcuenca del río La Paz, se plantearon dos actividades: la revisión de material bibliográfico y las vistas de campo, esto con la intención de recolectar información sobre los usos que se le brinda al suelo en la zona, la cobertura vegetal y las principales actividades sociales, productivas y económicas que se realizan. Por otra parte, como actividad adicional, se elaboró un mapa de uso de suelo utilizando sistemas de información geográfica, de manera que se pudiese obtener información geográficamente referenciada de la zona de estudio, enriqueciendo el análisis de los datos colectados y permitiendo fundamentar la caracterización de actividades realizada.

Con respecto al segundo objetivo específico, sobre la elaboración de la propuesta de Plan de Gestión Ambiental (PGA), se utilizó la información recolectada en el primer objetivo específico y el criterio de experto para realizar una versión preliminar de la propuesta de PGA. Finalmente, para el último objetivo, sobre la validación de la propuesta, se llevó a cabo

mediante un proceso de revisión por parte de expertos en el tema de gestión ambiental del recurso hídrico y actores clave del proyecto en cuestión, utilizando como instrumento de validación talleres presenciales y virtuales. Integrando las recomendaciones brindadas por las personas participantes de la fase de validación, se obtuvo la versión final de la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, dando cumplimiento al objetivo general propuesto para este estudio. Con el fin de ofrecer una explicación más detallada de dichas actividades se presenta la siguiente figura.



**Figura 6.** Actividades realizadas para el cumplimiento de los objetivos propuestos

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

## IV Parte. Resultados y Síntesis

### Capítulo 6. Resultados y discusión

A lo largo de este capítulo se mostrarán los principales resultados obtenidos durante la ejecución del presente proyecto, los resultados se presentarán de acuerdo con los objetivos planteados (Ver Capítulo 1). Una vez abordado los principales resultados se realizará un análisis de los hallazgos más relevantes, para concluir con reflexiones sobre los objetivos y el diseño metodológico planteado.

#### 6.1 Caracterización de las actividades socio productivas que se desarrollan en la subcuenca del río La Paz

El río La Paz nace en las inmediaciones de los Cerros del Azahar, recorre los distintos de Piedades Norte y Ángeles para desembocar en el río Barranca, considerándose una subcuenca. La parte alta de la subcuenca del río La Paz, inicia en dicho macizo montañoso y termina en la comunidad de Bajo La Paz. La principal actividad que se desarrollan en este estrato de la subcuenca es el turismo ecológico, dada su vasta diversidad ecológica, pues esta zona forma parte de los Corredores Biológicos: Bosque Nuboso y Cerros del Aguacate, lo que deriva una climatología que presenta temperaturas altas y nubosidad. Además, durante la época seca se desarrollan actividades deportivas como lo son recreativas ciclistas cruzando los cerros del Azahar para llegar al cantón de Miramar (Sancho, 2018).

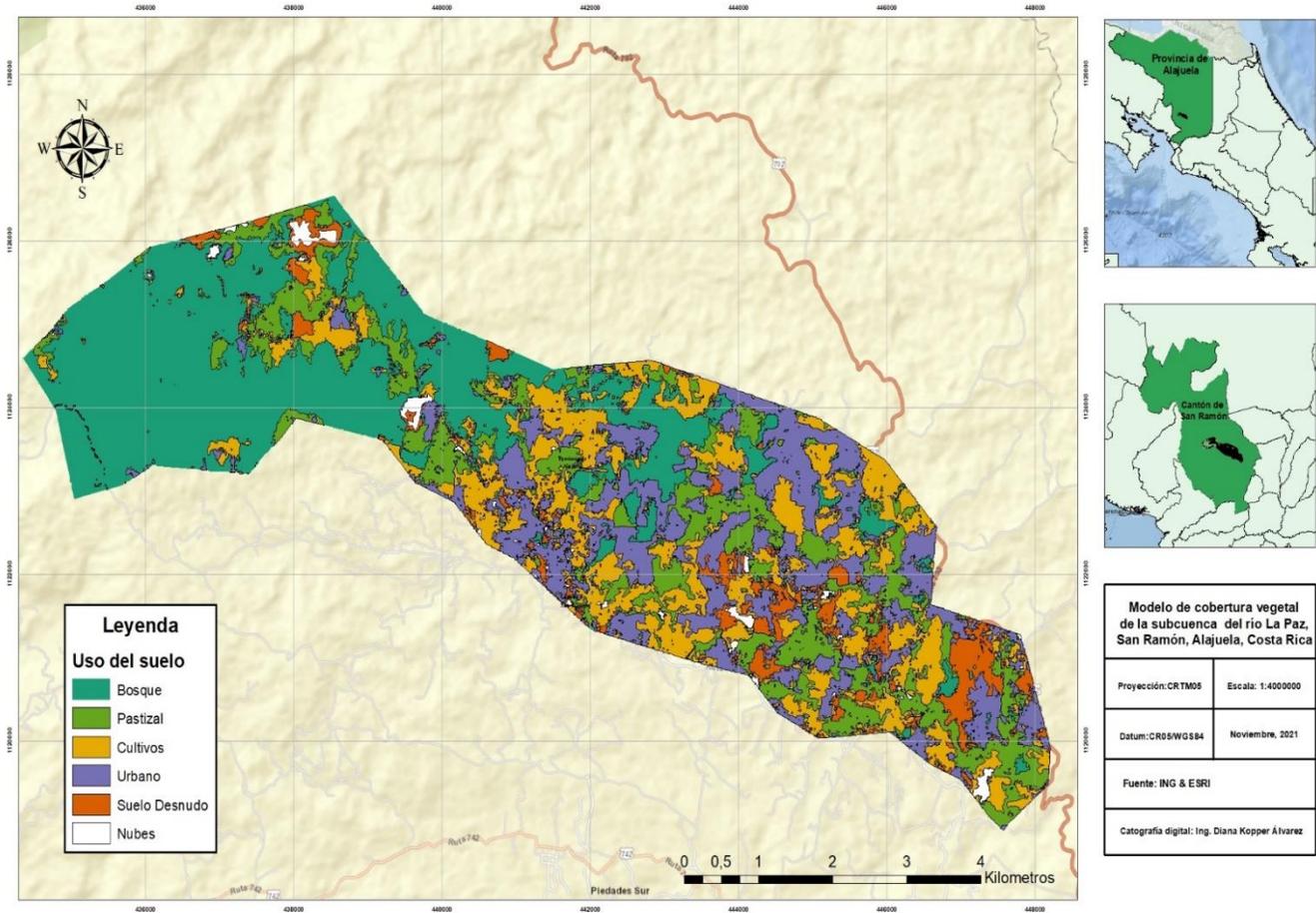
En Bajo La Paz, por su parte, predomina el turismo ecológico como principal actividad económica, mediante los tures de avistamiento de flora y fauna, la visita a las distintas áreas de conservación, además se pueden encontrar posadas y cabañas de descanso para alquiler vacacional. Como actividades productivas se presentan los pastizales para ganadería de engorde y leche. Es importante mencionar que en este estrato de la subcuenca se encuentra la toma de agua superficial para uso y consumo humano, la cual se abastece la totalidad del distrito de Piedades Norte, una parte del cantón de San Ramón y actualmente, al cantón de Palmares (Siles, 2020). Esta zona presenta una muy baja densidad poblacional y las tareas de tipo productivo son a una pequeña escala, de manera que la parte alta de la subcuenca del río La Paz presenta muy poca presión antropogénica (Ver figura 2).

La parte media de la subcuenca del río La Paz, inicia en la comunidad de La Paz para finalizar en la comunidad de Bajo Zúñiga, esta zona presenta temperaturas un poco más cálidas, sin embargo, continúa presentando temperaturas bajas, especialmente durante las noches y en los meses lluviosos. Tomando en cuenta que sus características climáticas son más favorables, existe una mayor densidad poblacional, en comparación con la parte alta de la subcuenca, sin embargo, continúa siendo una zona rural con baja densidad poblacional (Rodríguez, 2017). En esta zona se desarrolla el cultivo de hortalizas, café y caña dulce, así como las granjas avícolas a mediana y pequeña escala. Además, se presenta el cultivo de truchas y tilapias, como principal atractivo de los Centros Campestres, así como el desarrollo de la Industria del Dulce en trapiches tradicionales. Estas actividades, mencionadas anteriormente, propician el Turismo Rural, actividad que mantiene viva la economía en este sustrato de la subcuenca.

La Parte Baja de la subcuenca del río La Paz, se extiende desde Piedades Norte hasta la desembocadura del cuerpo de agua en estudio al río Barranca, cerca del límite entre los distritos de Piedades Norte y San Ramón, un sector llamado las Juntas. Este estrato al encontrarse más cerca del distrito central de San Ramón presenta una mayor densidad poblacional, que propicia grandemente el comercio, cabe destacar que en esta parte de la subcuenca es donde se encuentra la mayor densidad poblacional, sin embargo, también se desarrollan las granjas avícolas, el cultivo de hortalizas y las granjas porcinas a pequeña y mediana escala (Siles, 2020).

Con respecto al mapa de usos de suelo elaborado, se encontraron las categorías: Bosque, Pastizal, Cultivos; Urbano, Suelo Desnudo

### Mapa de uso del suelo de la subcuenca del río La Paz, San Ramón, Alajuela



**Figura 7.** Cartografía digital del uso del suelo en el sitio de estudio

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Tomando en cuenta la información suministrada en los últimos párrafos se pueden caracterizar las actividades socio productivas llevadas a cabo en la subcuenca del río La Paz en el siguiente cuadro.

**Cuadro 4.** Caracterización de las actividades socio productivas llevadas a cabo en la subcuenca del río La Paz

<b>Estrato de la subcuenca</b>	<b>Sector socio productivo</b>
<b>Parte Alta</b>	Turismo de conservación Pecuario Aprovechamiento
<b>Parte Media</b>	Industrial Turismo Rural Agrícola Pecuario Urbanístico y Comercial
<b>Parte Baja</b>	Agrícola Pecuario Urbanístico y Comercial

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Una vez realizada la clasificación de las actividades socio productivas, se procedió a emplear esta información para la elaboración de una versión preliminar de la propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz.

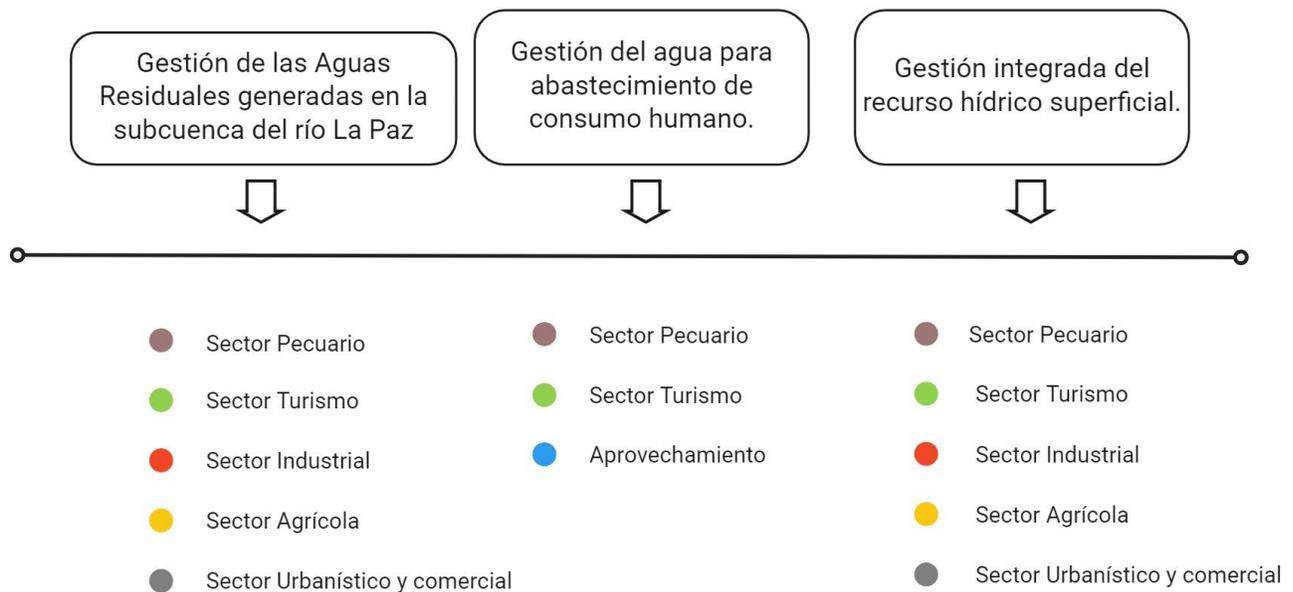
## 6.2 Elaboración de la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del Recurso Hídrico Superficial del río La Paz

La elaboración de la propuesta de plan de gestión ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz corresponde al objetivo específico “b” planteado para este proyecto. El motor principal para la realización de esta propuesta es una problemática que aqueja a un importante número de cuencas y subcuencas hidrográficas, tanto en Costa Rica como en muchos países de Latinoamérica y el Caribe, la cual es el deficiente o nulo saneamiento de las aguas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018) situación que no únicamente compromete los bienes naturales comunes de todos y todas, sino, puede llegar a comprometer la salud de las personas, pues el recurso hídrico superficial y subterráneo de algunas de estas cuencas y subcuenca hidrográficas puede ser empleado para el abastecimiento de consumo humano, como es el caso del área hidrográfica del río La Paz.

Para elaborar la propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz se tomaron en cuenta las características, naturaleza y potenciales riesgos que pueden derivar las actividades socio productivas que se desarrollan en esta subcuenca (Ver tabla 3), las cuales se pudieron identificar a partir de la ejecución del objetivo específico a, utilizando el criterio de experto y mediante la validación con expertos y actores clave de la zona. La propuesta de Plan de Gestión ambiental tiene como finalidad entregar una herramienta que permita gestionar y por ende proteger el recurso superficial de la subcuenca del río La Paz, de manera que se pueda asegurar la calidad y cantidad del este,

brindando continuidad al aprovechamiento responsable de los diferentes servicios ecosistémicos que este río proporciona.

A lo largo de la propuesta se mencionan recomendaciones sobre medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, esto según lo estipulado en el Reglamento General para la Evaluación de Impacto Ambiental N°31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, el cual indica que cada medida ambiental propuesta debe contener una actividad, impacto, responsable, legislación, entre otros. Para la propuesta de PGA elaborada para este proyecto, se tabularon las recomendaciones sectoriales por: actividad socio productiva, impacto, medida ambiental, responsable y legislación asociada. Por otra parte, con respecto al contenido de la PPGA, como tal, esta se compone de tres ejes fundamentales: la gestión de las aguas residuales generadas en la subcuenca, la gestión del agua empleada para el abastecimiento de consumo humano y la gestión integrada del recurso hídrico superficial (Ver figura 8)



**Figura 8.** Ejes fundamentales abarcados en la PPGA y sus sectores socio productivos de incidencia.

Fuente: Elaboración propia, 2021

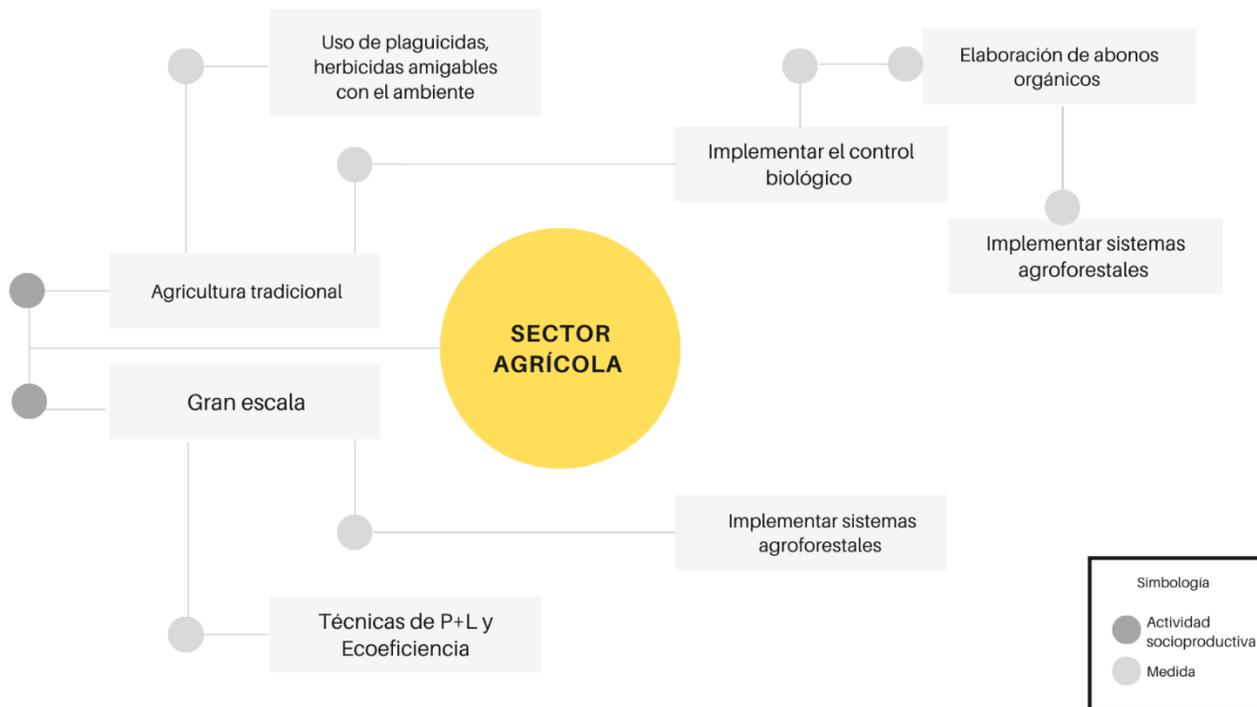
Para el caso del primer eje, sobre la gestión de las aguas residuales generadas en la subcuenca del río La Paz, se tomaron en cuenta todos los sectores o gremios socioproductivos, así como todos los estratos de la subcuenca, ya que todas estas actividades de una forma u otra son generadoras de aguas residuales. Para el segundo eje, de gestión del agua para abastecimiento de consumo humano, únicamente se tomaron en cuenta las actividades que se desarrollan en la parte alta de la subcuenca, puesto que en este estrato se encuentra la captación de agua para abastecimiento (Ver Capítulo 2, Figura 2). Para el tercer y último eje, se brindaron

recomendaciones generales para cada uno de los gremios productivos, sin embargo, este se subdividió en tres partes, de manera que se pudiese abordar la gestión integrada del recurso hídrico, desde una perspectiva mucho más realista y aterrizada a las necesidades de la comunidad.

#### 6.2.1 Gestión de las aguas residuales generadas en la subcuenca del río La Paz.

La gestión de las aguas residuales presenta un rezago en nuestro país, ya que, durante muchos años, se trabajó para asegurar el acceso a agua potable a la totalidad de la nación, dejando de lado la inversión en infraestructura para el tratamiento de aguas, poniendo el peligro la calidad de los distintos ríos, riachuelos y arroyos que se han convertido en cuerpos receptores de estas aguas (García, 2018). Dicha problemática a queja la subcuenca del río La Paz, que, a pesar de ser una zona mayoritariamente rural, presenta el desarrollo de actividades pertenecientes a seis sectores económicos y productivos distintos, (Ver figura 8) los cuales son generadores de aguas residuales de tipo ordinario y especial. Estas actividades se desarrollan a escala mediana y pequeña, no obstante, muchas actividades pequeñas en conjunto, si no son realizadas con responsabilidad ambiental, puede generar afectación a los recursos naturales.

Por otra parte, se evidenció mediante las visitas de campo, que existe un vertido de aguas ordinarias al alcantarillado pluvial, o a los canales a cielo abierto construidos para este fin (Ver figura 16). Esta situación se presenta con frecuencia y se deriva de un error constructivo, ya que según lo estipulado en el Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas N° 42075-S-MINAE, específicamente en el Anexo 1 Tanques Sépticos, Parte D) inciso a., la totalidad de las aguas residuales generadas en una casa de habitación o local comercial deben ser enviadas al tanque séptico, para ser vertidas al subsuelo luego de su adecuado tratamiento. Tomando en cuenta lo expresado anteriormente, para este eje se brindaron recomendaciones sectoriales que permitan una mejor gestión de las aguas residuales generadas, tanto ordinarias como especiales, de manera que se prevengan posibles afectaciones al recurso hídrico superficial del río La Paz, que podrían llegar a comprometer las actividades de aprovechamiento que se llevan a cabo en el río La Paz. A continuación, se presenta un diagrama con las medidas ambientales recomendadas para el sector agrícola en la propuesta de plan de gestión ambiental para el primer eje, sobre la gestión de las aguas residuales generadas en la subcuenca del río La Paz (Ver Figura 9).



**Figura 9.** Diagrama con las medidas recomendadas para el sector agrícola en el primer eje de la PPGA

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Las medidas ambientales recomendadas en el primer eje de la propuesta de plan de gestión ambiental siguen la misma línea de las mostradas en la figura 9, sin embargo, en la propuesta de PGA, como tal, se encuentran en formato de tabla, según los lineamientos del Reglamento General de Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N°31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC sobre elaboración de planes de gestión ambiental. La totalidad de la propuesta se encuentra en el Anexo 9.

### 6.2.2 Gestión del agua empleada para abastecimiento de consumo humano

El agua superficial del río La Paz, es empleada para el abastecimiento de consumo humano de varias comunidades en el cantón de San Ramón, razón por la cual es de suma importancia incluir dentro de esta propuesta de plan de gestión ambiental (PPGA) un eje dedicado a la gestión de este recurso en particular.

La captación de agua superficial para el abastecimiento de consumo humano se encuentra en la parte alta de la subcuenca (Ver Capítulo 2, figura 2), la cual es una zona que, en su mayoría, se encuentra dedicada la conservación, el turismo ecológico y el turismo de descanso, de manera que se considera un área con poca presión antropogénica. Esta zona presenta difícil acceso debido al estado de su carretera y la lejanía de los centros poblacionales de la subcuenca, además, su alta densidad boscosa que no permite el ingreso más allá de toma de agua superficial. No obstante, en sectores aledaños a los Cerros del Azahar, donde nace el río La Paz, se pueden encontrar pastizales dedicados a la ganadería de leche y engorde a pequeña escala.

Para este eje en particular, únicamente se abordaron los sectores productivos que se pueden encontrar en el primer estrato de la subcuenca, debido a la ubicación de la toma de agua superficial, además, se propiciaron recomendaciones para la preservación del recurso, tanto en cantidad como calidad, ya que, si bien se han realizado distintos estudios de índole hídrica e hidráulica para el aprovechamiento de este cuerpo de agua, es importante trabajar desde la prevención aplicando buenas prácticas ambientales, así como barreras múltiples para proteger el agua destinada al abastecimiento de consumo humano.



**Figura 10.** Diagrama con las medidas recomendadas para sector turismo de conservación en el segundo eje de la PPGA

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Como se puede observar en la figura 10, se muestran recomendaciones que tienen que ver con la salud del cuerpo de agua, con la cobertura forestal y vegetal alrededor del río, la gestión de las aguas residuales y los residuos sólidos. Con respecto a la cobertura forestal, es importante evitar las invasiones a la zona de protección del río, la cual es una práctica que se presenta con frecuencia a pesar de existir legislación vigente, alterando la dinámica ecológica y biológica del ecosistema. Por otra parte, es muy importante monitorear tanto la calidad del recurso superficial cerca de la toma, como las actividades socioproductivos que se desarrollan a su alrededor, de manera que se pueda actuar desde la prevención.

La totalidad de las recomendaciones para el segundo eje de la propuesta de plan de gestión ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz se presenta en la sección de anexos (Ver anexo 9).

### 6.2.3 Gestión integrada del recurso hídrico superficial del río La Paz

El tercer y último eje de la PPGA, aborda aspectos referentes a la gestión integrada del recurso hídrico superficial del río La Paz, para lo cual, fue dividido en tres secciones, inicialmente la gestión de los riesgos naturales y antrópicos, luego, la sensibilización y educación ambiental, por último, la gestión de los residuos sólidos. Es importante mencionar que para este eje se tomaron en cuenta todos los estratos de la subcuenca del río La Paz, ya que para lograr una gestión integrada se debe trabajar considerando la totalidad del área hidrográfica de estudio, no obstante, se brindaron recomendaciones generales para cada uno de los sectores socioproductivos, haciendo hincapié en aquellas que son específicas para uno varios sectores productivos. En la siguiente figura se muestra un diagrama con las medidas ambientales recomendadas para la sección de riesgos naturales y antrópicos del tercer eje de la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz.



**Figura 11.** Diagrama con las medidas ambientales recomendadas para la sección gestión de riesgos naturales y antrópicos del tercer eje de la PPGA

Fuente: Elaboración Propia, 2021

Para la Propuesta de PGA como tal, las medidas se tabularon según los lineamientos sobre elaboración de planes de gestión ambiental estipulados en el Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N°31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, no obstante, para este eje, en particular, al brindarse recomendaciones generales para cada uno de los sectores socioproductivos, únicamente se abordaron las medidas ambientales, los responsables de estas medidas y las legislaciones asociadas. La totalidad de las recomendaciones para cada sección en la que se encuentra subdividido el tercer eje de la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del Recurso Hídrico Superficial del río La Paz se presentan en la sección de anexos (Ver Anexo 9)

#### 6.2.4 Validación de la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz

Esta actividad corresponde al objetivo específico “c” del presente proyecto, la cual tuvo como finalidad legitimar la propuesta de plan de gestión ambiental elaborada.

Para el taller de validación virtual, con expertos en el tema de gestión ambiental del recurso hídrico, se extendió la invitación a diez potenciales participantes, sin embargo, solamente se tuvo la asistencia de cinco de ellos (Ver cuadro 5). A pesar de que la asistencia no fue la esperada, las observaciones y recomendaciones propuestas por los participantes fueron atinadas a las necesidades del proyecto y de gran utilidad para su mejora.

Dentro de estos aportes o insumos podemos destacar la inclusión una sección para la gobernanza del plan de gestión ambiental elaborado, donde se menciona a quien va dirigido, quienes son los responsables de su ejecución, además, se discutió la recomendación de sugerir, en una eventual puesta en práctica del plan de gestión ambiental, la conformación de una Comisión Mixta de Monitoreo y Control Ambiental (COMIMA) con el fin de distribuir las responsabilidades de forma eficiente y equitativa.

Por otra parte, antes de la validación, la propuesta exponía recomendaciones sobre la implementación de los sistemas de tratamiento biojardineras y biodigestores, los cuales se consideran como no convencionales y de bajo costo, útiles para el de tratamiento de aguas residuales especiales y ordinarias. No obstante, se brindó la observación de que estos sistemas únicamente tienen funcionalidad para el tratamiento de las aguas especiales cuando se emplean como un tratamiento secundario o terciario, es decir como una etapa de un sistema de tratamiento de aguas residuales construido, de lo contrario, estas alternativas, no alcanzarían la eficiencia en la remoción de carga contaminante que se espera y la inversión en su construcción no brindaría el beneficio esperado. Sin embargo, los biodigestores, son una alternativa alentadora para las granjas a pequeña escala y las biojardineras, por su parte, presentan gran eficiencia en el tratamiento de aguas ordinarias, así como aguas de tipo especial que presenten poca carga contaminante.

Con respecto al taller presencial con la ADC de la Paz, se contó con la participación de cinco de los ocho miembros que la conforman. Estos fueron: Miguel Mora Guido, Elian Solano Arias, John Méndez Chavarría, Ángel Arias Arias y Marlene Gonzáles Chaves. Quienes, desde su calidad de actores clave, mencionaron que el Plan de Gestión Ambiental aborda las necesidades prioritarias de la subcuenca, pues ofrece alternativas para solventar la problemática de la gestión de las aguas residuales y los residuos sólidos que se presenta a lo largo del río La Paz. Además, comentaron la ausencia de un acompañamiento en temas ambientales, lo que impide la toma de acciones y el involucramiento para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz.

En términos generales el proceso de validación de la propuesta de plan de gestión ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz se pudo concretar y proporcionó los insumos mencionados, los cuales contribuyen grandemente al mejoramiento del presente estudio en contenido, ética profesional, aplicación de conocimientos técnicos y

participación comunitaria. Se presentan evidencias de la realización de los talleres en los anexos 13, 14, 15, 16, 17 y 18.

**Cuadro 5.** Lista de personas asistentes al taller de validación con expertos y su relación con el tema

<b>Nombre</b>	<b>Relación con el proyecto</b>
Jaime Muñoz Aguirre	Gestor ambiental de la comisión de Gestión Ambiental del Ministerio de Seguridad Pública
Rodrigo Rojas Morales	Académico de la Universidad Nacional de Costa Rica, Sede Regional Chorotega, Carrera de Ingeniería Hidrológica.
Jorge Boza Quesada	Funcionario del Ministerio de Salud, Académico de la Universidad Nacional de Costa Rica, Sede Regional Chorotega, Carrera de Ingeniería Hidrológica
Ana Lorena Salmerón Alpízar	Académica de la Universidad Técnica Nacional, Sede Central, Carrera de Ingeniería en Gestión del Recurso Hídrico. Colaboradora de la Alianza Nacional de Ríos y Cuencas.
Kevin López Valverde	Bachiller en Ingeniería Forestal, cursando Licenciatura.

Fuente: Elaboración propia, 2022

### 6.3 Discusión de principales hallazgos

Adicionalmente a los resultados correspondientes a los objetivos específicos planteados, se pudo identificar, durante las visitas de campo, la revisión bibliográfica y las entrevistas efectuadas, una serie de hallazgos, los cuales se encuentran relacionados a la dinámica social de los distintos sectores socioproductivos, el manejo actual de las aguas residuales, las condiciones de la infraestructura pública, entre otros.

El primer hallazgo por mencionar se encuentra relacionado con la infraestructura pública, pues a lo largo del estudio de campo realizado, se encontró evidencia de una deficiente planificación e inversión pública, para la construcción y mantenimiento de las obras destinadas al manejo de las aguas pluviales y aguas residuales que se generan en la zona. Inicialmente, a lo largo de la parte alta no se cuenta con un alcantarillado pluvial construido, si no que se mantiene un canal a cielo abierto que transporta el agua de lluvia, el cual pierde eficacia durante la época lluviosa cuando la escorrentía superficial aumenta (Ver figura 12). Con respecto a otras localidades de la parte media de subcuenca como es el caso de Bajo Zúñiga y casi la totalidad de la parte baja de la subcuenca, se cuenta con un alcantarillado pluvial formalmente construido, sin embargo, en las visitas de campo se pudo comprobar que, en Piedades Norte, todavía se presentan canales a cielo abierto para el transporte de la hidrológica urbana del distrito (Ver figura 13).

En zonas que se encuentran cerca de cuerpos de agua y que presentan una climatología húmeda, como lo es la subcuenca del río La Paz, es preciso destinar fondos a la construcción, así como el adecuado mantenimiento del alcantarillado pluvial, no únicamente para la prevención de inundaciones o desbordamientos ante eventos hidrometeorológicos extremos o para evitar potenciales riesgos sanitarios derivados de la poca inversión pública para la gestión de la hidrología urbana, sino para apoyar el desarrollo rural como herramienta para mejorar la calidad de vida sus habitantes.



**Figura 12.** Evidencia de la ausencia de un alcantarillado pluvial en la parte media de la subcuenca

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Adicionalmente, a lo largo de la subcuenca del río La Paz, se pudo evidenciar el vertido de aguas domiciliarias al alcantarillado pluvial (Ver figura 14), este tipo de conexiones ilegales a dicha infraestructura se presentan con frecuencia y se derivan de una falla constructiva, pues según lo estipulado en el Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas N° 42075-S-MINAE, específicamente en el Anexo 1 Tanques Sépticos, Parte D) inciso a, las aguas provenientes de fregaderos, lavabos, duchas, inodoros, lavado de ropa, platos y similares, deben ser enviados a la fosa séptica. Las conexiones ilegales al alcantarillado pluvial son un potencial riesgo a la calidad del agua, tanto superficial como

subterránea del río La Paz, pues los componentes químicos de estos vertidos pueden desencadenar procesos de nitrificación comprometiendo el recurso vital.

Si bien, esta problemática se presenta aguas abajo de la toma de agua superficial para el abastecimiento de consumo humano, es importante recordar que el río La Paz desemboca en el río Barranca, el cual también se aprovecha para este fin, de manera que una planeación e inversión pública para la instalación de un alcantarillado sanitario debería ser una prioridad, tanto para del gobierno local como para las instituciones gestoras de la salud pública y ambiental, es decir, el Ministerio de Salud (MinSA), El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (AyA) así como Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE).

Además, se debe brindar un mejor acompañamiento y supervisión desde la institucionalidad para la adecuada gestión de las aguas residuales, procurando el cumplimiento de los reglamentos que estipulan lineamientos para la disposición de las aguas residuales ordinarias generadas.



**Figura 13.** Evidencia de canal a cielo abierto para el transporte del agua pluvial.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

En general, la adecuada gestión de las aguas residuales producidas, ya sean ordinarias o especiales, no debe limitarse únicamente a un cumplimiento legal, debe ser un acto ético, fundamentado en la responsabilidad humana de preservar los bienes naturales comunes para las próximas generaciones, además, debe derivarse de un interés moral de respetar un conjunto de recursos que brindan servicios ecosistémicos, que no únicamente aprovechamos

para nuestra propia supervivencia y sobrevivencia sino ofrece materia prima para la elaboración de insumos y son fuentes generadoras de empleo, propiciando el desarrollo de la comunidad y mejorando la calidad de vida de las personas.



**Figura 14.** Evidencias del vertido de aguas ordinarias no tratadas al alcantarillado pluvial en la parte media y baja de la subcuenca respectivamente

Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Como segundo hallazgo, derivado de las encuestas efectuadas, se evidencia el descontento de algunos gremios con respecto al manejo de las aguas residuales de otros gremios socioproductivos, como es el caso del propietario del Centro Turístico Río La Paz, quien se encuentra contrariado por el tratamiento que brinda el Trapiche Tradicional Hermanos Arias a sus aguas residuales especiales, expresó en la entrevista aplicada:

“... La gente del trapiche tiran las aguas mieles al río, jodiendo la primera poza, que es donde mis clientes se bañan más por la facilidad de acceso, entonces la gente ya no viene a bañarse por eso, que no sólo me afecta el negocio, sino, porque desde carajillo yo me bañaba en esa poza y ya no se puede usar” (Extracto de la entrevista realizada a Emanuel Hernández, el día 9 de mayo del 2021).

Lo indicado por el propietario de este centro turístico deja en evidencia la necesidad de la inversión privada para el tratamiento de las aguas residuales, en este caso aguas especiales, que no únicamente están poniendo en riesgo la salud del cuerpo de agua, sino, afectando el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos que el río ofrece, de manera que es de suma importancia la intervención comunal, así como municipal, para la aplicación de medidas de presión que fomenten la inversión en sistemas de tratamiento de aguas residuales, aminorando la carga orgánica de las aguas especiales generadas, que según el Reglamento

de vertido y reúso de aguas residuales N° 33601-MINAE-S, deben ser dispuestas a un alcantarillado sanitario o a un cuerpo de agua receptor posterior a su adecuado tratamiento. Tomando en cuenta que en la subcuenca del río La Paz se presentan alrededor de cuatro sectores socioproductivos, que desarrollan actividades generadoras de aguas residuales de tipo especial, se podría considerar la interconexión entre gremios, de manera que se genere una inversión de capital privado para el tratamiento de aguas residuales especiales multisectoriales, beneficiando la integración de cada gremio y el accionar mediante un enfoque de subcuenca.

En la misma línea del hallazgo anterior, se identificó, durante el trabajo de campo, que existe una potencial fuente de contaminación con implicaciones a la salud pública y ambiental, la cual es el sector de los trapiches tradicionales. Como caso de estudio se encuentra el Trapiche Tradicional Hermanos Arias, el cual está ubicado en la zona comercial de la comunidad de La Paz, siendo uno de los mayores atractivos de turismo rural, sin embargo, también se considera una actividad industrial. El Trapiche de los Hermanos Arias utiliza procedimientos de fabricación convencionales, lo que corresponde a su principal atractivo, pues mantiene viva una tradición que caracteriza a la comunidad de La Paz, no obstante, estos procesos y en especial el aparente vertido de las aguas de lavado de instrumentos al río La Paz, representa una potencial causa de contaminación. La renovación de los procedimientos de fabricación implicaría comprometer su atractivo, por lo que es importante considerar la implementación de un mejor tratamiento a los residuos derivados de esta actividad previo a su disposición al río La Paz.

Por otra parte, a través de la aplicación de entrevistas, se logró recopilar información que evidencia la existencia de una deficiente comunicación comunitaria para la conservación del río La Paz. Tomando en cuenta el mensaje transmitido por un vecino de la comunidad de la Paz, quien manifestó:

“... Yo no le permito a mis hermanos que corten árboles en la propiedad de nosotros ni que tiren basura, porque eso es lo que yo sé hacer, si nos enseñaran más cosas en las que podamos ayudar, haríamos más” (Extracto de la entrevista realizada a Fabián Arias, el día 9 de mayo del 2021).

Aunado a lo anterior, otro participante de la encuesta comentó:

“Aquí el agua del fregadero se va por un caño al río, siempre he pensado que eso es malo y me he preguntado qué puedo hacer para cambiarlo” (Extracto de la entrevista realizada a un vecino estudiante de la comunidad de Bajo La Paz, quien decidió participar de forma anónima en la encuesta el día 20 de mayo del 2021).

En la misma línea, un vecino de la zona preocupado por una situación que tiene ver con el manejo que brinda una granja porcina, que opera en la parte media alta de la subcuenca, a sus aguas residuales y residuos sólidos mencionó:

“... Señorita, yo tengo una consulta: Hace algunos meses, yo fui a consultar al Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA), por una solución, ya que en esa

granja estaban tirando las excretas a una quebrada que desemboca en el río La Paz, y me dijeron que la cerdosa no contamina, ¿Eso es cierto?” (Extracto del conservatorio realizado con los miembros de la Asociación de Desarrollo Comunal de La Paz como parte del proceso de validación de la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental, efectuado el día 17 de enero del 2022)

Al analizar los mensajes de los tres habitantes de la zona, se puede observar que existe un limitado conocimiento, por parte de la población, sobre acciones que pueden realizar desde sus hogares para proteger los recursos naturales, así como cuales son los potenciales efectos negativos que el vertido de residuos puede generar al cuerpo de agua del río La Paz, esto a pesar de la anuencia que presentan algunos miembros de la comunidad a aprender, así como tomar medidas para prevenir, mitigar y compensar los potenciales impactos ambientales negativos que se puedan ejercer sobre los bienes comunes de la subcuenca del río La Paz. Esta información puede ser aprovechada para impulsar y fortalecer la comunicación comunitaria para la conservación del agua superficial del río La Paz, factor vital para lograr un desarrollo, que vaya de la mano con la naturaleza, en una comunidad rural que se encuentra en constante crecimiento.

La aplicación de entrevistas a distintos actores sociales y vecinos de las comunidades que se encuentran en la subcuenca del río La Paz y sus alrededores permitió la recopilación de información valiosa para conocer las oportunidades de mejora en el proceso de conservación del recurso hídrico superficial de la subcuenca en análisis y las subcuencas aledañas, como lo es la subcuenca del río San Pedro, cuerpo de agua colindante al río La Paz. Dentro de las entrevistas realizadas en dicha subcuenca destaca la efectuada al propietario del Pesca de Truchas Carrucha, usuario del río San Pedro, quien expresa:

“... Con los de La Paz, no nos toman en cuenta para nada, nos ven como si fuéramos enemigos” (Extracto de la entrevista realizada a don Carlos Acuña el día 20 de mayo del 2021).

Este hallazgo muestra la necesidad de una gestión de los recursos hídricos naturales desde la perspectiva de cuenca hidrográfica, que brinde la oportunidad de trabajar en conjunto con las comunidades usuarias tanto del río La Paz, como los que se localizan cerca de este, fomentado la integración de todas las subcuencas hidrográficas que conforman la cuenca del río Barranca, promoviendo el empoderamiento y planeamiento comunal, la comunicación comunitaria para la toma de decisiones y la gestión de potenciales riesgos sanitarios, ambientales, naturales o antrópicos que puedan presentarse. Además, esta integración funcionaria como medida de presión ante los Gobiernos Locales para trabajar mediante enfoque de cuenca hidrográfica en los Planes Reguladores Cantonales, mejorando los procesos de ordenamiento territorial, propiciando una mayor y más eficiente gestión de las aguas residuales, así como solicitando una mayor participación de la institucionalidad en el crecimiento de los distintos sectores socioproductivos de la zona. La aplicación de estas medidas se asegura la continuidad del aprovechamiento responsable de los servicios ecosistémicos que la cuenca del río Barranca brinda.

En términos generales, tras el diagnóstico de campo y el estudio bibliográfico, en especial, de los documentos efectuados por Rodríguez (2017) y Siles (2020), realizados, se pudo evidenciar que la calidad de agua del río La Paz está constantemente en riesgo y propensa a contaminación directa a lo de la subcuenca, debido principalmente a la cantidad y diversidad de las actividades socio productivas que alberga, pero, también al crecimiento demográfico y poblacional que enfrenta la zona (Siles, 2020), así como a las limitaciones en la comunicación comunitaria para la ejecución de acciones que propicien la conservación de los bienes naturales comunes y en especial el recurso superficial del río La Paz.

#### 6.4 Discusión sobre objetivos planteados

Esta sección, presenta reflexiones relacionadas al cumplimiento de los objetivos planteados para la ejecución de este proyecto.

Aun cuando se presentaban limitaciones para la ejecución del presente trabajo final de graduación, (Ver página 14) se logró dar cumplimiento a la totalidad de los objetivos planteados. No obstante, para el proceso de validación de la propuesta de PGA, en ambos talleres, no asistieron la totalidad de las personas invitadas, participaron un total de 10 personas, cuando la expectativa era de 20 personas en total. Si bien, no se obtuvo la asistencia esperada, el proceso fue indispensable para encontrar oportunidades mejora, así como respaldar el contenido técnico y ético de la propuesta de plan de gestión para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz.

#### 6.5 Discusión sobre el diseño metodológico planteado

El diseño metodológico formulado para el presente proyecto contempló todas las actividades a llevar a cabo para el cumplimiento de los objetivos planteados, sin embargo, no se tomaron en cuenta medidas de contingencia en caso de inconvenientes con la realización de dichas tareas. Tomando en cuenta lo anterior, es recomendable incluir dentro de la metodología planteada para proyectos futuros una sección de medidas de contingencia, donde se planeen alternativas en caso de presentarse eventualidades que puedan comprometer el éxito de los proyectos.

Por otra parte, realizar una propuesta de plan de gestión ambiental enfocado a la conservación del recurso hídrico superficial, a lo largo de toda una subcuenca, es un trabajo de gran amplitud que requiere de la recolección de información por un periodo mayor al empleado en este proyecto, de manera que, para mejorar el diseño metodológico, de este estudio en particular, es recomendable dedicar un plazo mayor de tiempo a la ejecución de este o disminuir el alcance de la propuesta. Mediante estas acciones se pudo focalizar la investigación en uno de los tres estratos de la subcuenca, dando prioridad a la parte baja, por ejemplo, la cual, según el análisis bibliográfico y las visitas de campo efectuadas, se encuentra en mayor riesgo de contaminación, en comparación a los estratos anteriores de la subcuenca del río La Paz (Siles, 2020).

Aunado a lo anterior, si este estudio se realizara una vez más, sería importante incluir el monitoreo de la calidad del agua superficial del río La Paz, con el fin de conocer si existe un impacto ambiental negativo resultado de las actividades socio productivas desarrolladas en

la subcuenca de estudio. Además, sería muy beneficioso el involucramiento comunitario y de los diversos productores en charlas de sensibilización ambiental, de manera que tengan conocimiento de técnicas de prevención y mitigación de potenciales impactos ambientales negativos, como lo es la aplicación de buenas prácticas ambientales, economía circular, ecoeficiencia, alternativas de producción más limpia, así como la adecuada gestión de los residuos sólidos y las aguas residuales generadas a lo largo de la subcuenca del río La Paz.

## Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones

### 7.1 Conclusiones

En la subcuenca del río La Paz, se desarrollan los siguientes sectores socio productivos: pecuario, turismo ecológico y rural, aprovechamiento de servicios ecosistémicos, industrial, agrícola, urbanístico y comercial.

La zona de estudio presenta una diversidad importante de actividades socio productivas, mediante las cuales se aprovechan los servicios ecosistémicos que el río La Paz brinda, de tal forma que el compromiso en su conservación es interés de todos los sectores socio productivos.

La propuesta de Plan de Gestión Ambiental desarrollada ofrece alternativas para prevenir, mitigar y compensar potenciales efectos negativos ambientales a los bienes comunes de la subcuenca del río La Paz, contemplando las problemáticas referentes a la gestión de los residuos sólidos y las aguas residuales, así como propiciando el involucramiento comunal e institucional para dar continuidad al aprovechamiento responsable y seguro del recurso hídrico superficial para abastecimiento de consumo humano.

El proceso de validación permitió mejorar el contenido técnico y ético de la propuesta, solventando las recomendaciones de los expertos y las inquietudes de los habitantes de la comunidad.

En una eventual puesta en práctica de la propuesta de plan de gestión ambiental elaborada, es deseable la conformación de una Comisión Mixta de Control y Monitoreo Ambiental (COMIMA), de manera que se propicie la justa asignación de las responsabilidades, facilitando los procesos de seguimiento y rendición de cuentas.

### 7.2 Conclusiones de los hallazgos

En la subcuenca del río La Paz se presenta un incumplimiento a lo estipulado en el Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas ordinarias tratadas N° 42075-S-MINAE, situación que pone en potencial riesgo el agua superficial de los ríos La Paz y Barranca empleados para el abastecimiento de consumo humano.

El sitio de estudio presenta una deficiente infraestructura para el manejo de las aguas pluviales, específicamente en los estratos medio y bajo, la parte alta de la subcuenca, por su parte, no cuenta con alcantarillado pluvial.

Es necesaria la inversión privada destinada al tratamiento de las aguas residuales generadas por los sectores productivos, de manera que se trabaje en la conservación del río La Paz, fuente de servicios ecosistémicos que mejoran la calidad de vida de sus usuarios.

La renovación de los procesos de producción no es viable para el sector trapichero, por el contrario, se debe buscar alternativas para mejorar la gestión de sus residuos, con el fin de amparar las tradiciones que identifican la zona de La Paz y a sus habitantes.

Existe poca comunicación comunitaria para la conservación de los recursos naturales de la subcuenca del río La Paz, a pesar de la anuencia para colaborar que presentan sus habitantes.

Se presenta una deficiente o nula comunicación entre los usuarios del río La Paz y el Río San Pedro, a pesar de ser cuerpos de agua colindantes, lo que dificulta el desarrollo de una adecuada gestión integrada del recurso hídrico desde una perspectiva de cuenca hidrográfica.

El agua superficial del río La Paz se encuentran en riesgo de contaminación directa a lo largo de la subcuenca, pero especialmente, en la parte baja, situación preocupante ya que este cuerpo de agua es empleado para abastecimiento de consumo humano en su parte alta y a su vez desemboca en el río Barranca, el cual también es aprovechando para este fin.

### 7.3 Recomendaciones

Fomentar la realización de nuevos estudios donde se monitoree la calidad del agua del río La Paz, tomando en cuenta, tanto la época seca como la lluviosa, de manera que se pueda conocer, con certeza, el estado de esta. Estas investigaciones pueden ser elaboradas por estudiantes universitarios con el acompañamiento de organizaciones como La Alianza Nacional de Ríos y Cuencas, Comités de Bandera Azul Ecológica, Refugios de Vida Silvestre entre otros, con la finalidad de propiciar el involucramiento comunal en la conservación del cuerpo de agua en estudio.

En una eventual ejecución del Plan de Gestión Ambiental formulado se debe velar por la conformación de una Comisión Mixta de Control y Monitoreo Ambiental (COMIMA), esto facilitaría la asignación de responsabilidades y agilizaría los procesos de seguimiento ambiental y rendición de cuentas.

En la misma línea de la recomendación anterior, en una ocasional puesta en práctica del Plan de Gestión Ambiental diseñado, es deseable la búsqueda de financiamientos o incentivos, otorgables a las personas desarrolladoras de actividades socio productivas, de manera que se puedan implementar las medidas ambientales recomendadas.

En futuros proyectos, es indispensable el planeamiento de medidas de contingencia, esto en caso de que se presenten inconvenientes con la metodología propuesta para la realización de los estudios.

## 7. 4 Recomendaciones e Implicaciones de los hallazgos

Es recomendable la inversión pública, para la construcción y finalización del alcantarillado pluvial de la unidad hidrográfica del río La Paz.

Realizar un estudio preliminar para la instalación de un alcantarillado sanitario que permita gestionar las aguas residuales ordinarias que son vertidas a la infraestructura destinada al agua de lluvia. Esta obra puede realizarse en un plazo de un año, con un costo aproximado de \$15 000.

Dar supervisión, desde la institucionalidad, en remodelaciones o nuevas construcciones, de manera que se brinde cumplimiento a lo establecido en el Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas ordinarias tratadas N° 42075-S-MINAE.

Es recomendable la interconexión entre sectores socio productivos para la inversión privada en el tratamiento de las aguas residuales especiales, de manera que se dé una distribución equitativa del financiamiento y costos de mantenimiento de la obra. La inversión se calcula en unos \$7000, para un tiempo de ejecución de 6 meses. Es importante que previo y durante la realización de esta inversión, los sectores socioproductivos involucrados reciban asesoramiento y acompañamiento por parte del Ministerio de Salud Pública, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Instituto Nacional de Desarrollo Rural y expertos en el tema de saneamiento.

Brindar un adecuado tratamiento a las aguas resultantes del proceso llevado a cabo en los trapiches tradicionales, esto en miras de proteger la identidad cultura de la comunidad de La Paz. Esta medida puede ejecutarse en un tiempo estimado de tres meses y su inversión puede rondar los \$1500.

Fortalecer la educación y sensibilización ambiental de sus vecinos, divulgando información inclusiva, comprensible para la comunidad. Los mensajes pueden ser difundidos mediante charlas a la comunidad y sectores socio productivos, compartiendo material audiovisual informativo, utilizando redes sociales, organizando eventos ambientales, así como campañas de reciclaje y reforestación. El fortalecimiento de comunicación comunitaria para la conservación de los bienes ambientales comunes de la subcuenca del río La Paz debe ser un esfuerzo de la institucionalidad, incluyendo a su vez, a líderes comunales. Esta recomendación implica un costo aproximado de \$ 1300.

Trabajar desde un enfoque de cuenca, fomentando la labor en conjunto de las comunidades usuarias de los ríos La Paz, San Pedro y demás cuerpos de agua que conforman la cuenca del río Barranca. Esta medida debe ser fomentadas por los Gobiernos Locales involucrados, El Ministerio de Salud y Líderes Comunales, es preciso que sean ejecutadas de forma permanente. Tomando en cuenta que la implementación de estas acciones conlleva a la inversión en infraestructura, insumos, entre otros, se le estima un costo de \$8000.

Ejecutar monitoreos periódicos de la calidad del agua del río La Paz, así como vigilar las actividades socio productivas desarrolladas a lo largo de la subcuenca. Estos monitoreos deben realizarse de forma trimestral por parte de entidades gestoras del agua, como el

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) y el Ministerio de Salud, no obstante, pueden ser realizados por estudiantes universitarios con el apoyo de sus Universidades y de las organizaciones mencionadas anteriormente. El costo de esta recomendación va a depender del alcance propuesto, sin embargo, pueden rondar los \$750 para cada monitoreo. La vigilancia de la calidad de estas aguas no únicamente permite salvaguardar la salud del ecosistema, sino, también prevenir potenciales riesgos sanitarios asociados a la ingesta de agua con baja calidad ambiental.

## Referencias Bibliográficas

1. Acosta, A. (2017). Elaboración de una clasificación supervisada y no supervisada para generar las coberturas vegetales de una imagen satelital LANDSAT 7-EMT usando los programas R y PCI Geomatics con el fin de comparar los resultados obtenidos. **Tesis de Grado**. Bogotá, Universidad Militar Nueva Grenada. Disponible en:<  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17262/AcostaOvalleAndreaPatricia2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>
2. Álvarez-Gayou, J., Camacho, S., Maldonado, G., Trejo, C., Olguín, A., y Pérez, M. (2014). La investigación cualitativa. *Xikua Boletín Científico de la Escuela Superior Tlahuelilpan*. 2(3). Disponible en:<  
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n3/e2.html#:~:text=El%20paradigma%20cualitativo%20es%20para,una%20herramienta%20de%20gran%20valor.&text=La%20investigaci%C3%B3n%20cualitativa%20es%20un,Es%20multiparadigm%C3%A1tica%20en%20su%20enfoque.>>
3. Anampi, C., Aguilar, E., Costilla P., y Bohórquez, M. (2018). Gestión Ambiental de las Organizaciones: Análisis desde los costos ambientales. *Revista Venezolana de Gerencia*. 23 (84). Disponible en:<  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29058776009>>
4. Araya, A y Calvo, G. (2017). Diagnóstico sobre la vulnerabilidad ecológica y calidad del agua en la quebrada La Central, Pacayas de Alvarado, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, (30) 3, 47-58. Disponible en:<  
[https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/3272/pdf](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/3272/pdf)
5. Asamblea legislativa de la República de Costa Rica. Ley N° 7317 de Conservación de la Vida Silvestre/1992, de 30 de octubre, de establecimiento de las regulaciones sobre la vida silvestre. Disponible en:  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=12648&nValor3=92418](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=12648&nValor3=92418)
6. Asamblea legislativa de la República de Costa Rica. Ley General de la Salud N°5395/1973, de 30 de octubre, sobre la salud de la población. Disponible en:<  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=6581&nValor3=96425&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=6581&nValor3=96425&strTipM=TC)>

7. Asamblea legislativa de la República de Costa Rica. Ley Orgánica del Ambiente N°7554/1995, de 04 de octubre, de preservación del ambiente, Disponible en: <[https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=27738&nValor3=93505&strTipM=TC](https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=27738&nValor3=93505&strTipM=TC)>
8. Asamblea legislativa de la República de Costa Rica. Ley N°8839 para la gestión integral de los residuos/2010, de 24 de junio, sobre la gestión de residuos sólidos. Diario Oficial la Gaceta, 16 de agosto de 2016, núm.135. Disponible en:<[https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=68300&nValor3=83024&strTipM=TC](https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=68300&nValor3=83024&strTipM=TC)>
9. Asamblea legislativa de la República de Costa Rica. Ley Nacional de Emergencias y Prevención de Riesgos N°8488/2005, de 22 de noviembre, sobre la gestión de emergencias y prevención de riesgos. Sistema Costarricense de Información Jurídica. Disponible en: <[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=56178](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=56178)>
10. Banco Interamericano de Desarrollo y Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018). Proceso Regional de las Américas Foro Mundial del Agua 2018 N°5. Washington, USA. Disponible en<[https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/informe\\_regional\\_america\\_latina\\_y\\_caribe.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/informe_regional_america_latina_y_caribe.pdf)>
11. Brousett, M., Chambi, A., Mollocondo, M., Aguilar, L. & Lujano, E. (2018) Evaluación físico- química y microbiológica del agua para consumo humano, Pruno, Perú. *Revista de difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*. 15(15). Disponible en:< [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2018000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2018000100005&script=sci_arttext)>
12. Campos, M., (2017). Métodos de Investigación Académica, Fundamentos de Investigación bibliográfica. [Tesis de Grado no publicada]. Universidad de Costa Rica. Disponible en :<<http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/76783/Campos%20Ocampo,%20Melvin.%202017.%20M%C3%A9todos%20de%20Investigaci%C3%B3n%20ac>>

[ad%C3%A9mica.%20\(versi%C3%B3n%201.1\).%20Sede%20de%20Occidente,%20UCR.pdf?sequence=1](#)>

13. Chaparro, S., (2020). Determinación de la capacidad de autodepuración de un tramo del río Tunjuelo respecto al pH y la demanda biológica de oxígeno (DBO). **Tesis de licenciatura no publicada**. Bogotá, Universidad Católica de Colombia.
14. Climate data (2020). Climate data Costa Rica. Climate data.org. Disponible en: <<https://en.climate-data.org/north-america/costa-rica/alajuela/san-ramon-28851/#temperature-graph>>
15. Chassoul, M., Rodríguez, C., (2018). Contaminación y disminución del embalse el Laguito, Costa Rica, por aguas urbanas: encuesta y propiedades fisicoquímicas. *Cuadernos de investigación UNED*, 10(2). Disponible en: <<https://revistas.uned.ac.cr/index.php/cuadernos/article/view/2006/2566>>
16. Comisión Centroamericana de ambiente y desarrollo. (2009). Plan de gestión ambiental participativo para la Cuenca del Río Paz. El Salvador y Guatemala. Disponible en:< <http://plan-de-gestion-ambiental-participativo-para-la-cuenca-del-rio-paz/>>
17. Craig, L., Olden, J., Arthington, A., Entekhabi, S., Hawkins, C., Kelly, J., Kennedy, T., Maitland, B., Rosi, E., Roy, A., Strayer, D., Tank, J., West, A y Wooten, M., (2017). Meeting the challenge of interacting threats in freshwater ecosystems: A call to scientists and managers. *Elem Sci Anth*, 5 (72). Disponible en: <DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.256>>
18. Galicia, L., García, A., Gómez, L., y Ramírez, L., (2007). Cambio de uso de suelo y la degradación ambiental. *Ciencia, Revisita de la Academia Mexicana de Ciencia*. 58(4). Disponible en:< <https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/index.php/82-vol-58-num-4-octubre-diciembre-2007/comunicaciones-libres/135-cambio-de-uso-del-suelo-y-degradacion-ambiental>>
19. García, V., (2018). 70% del agua residual generada por costarricenses carece de tratamiento. *Oficina de divulgación e información*, Universidad de Costa Rica. [blog]. 26 de marzo. Disponible en: < <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/03/26/70--del-agua-residual-generada-por-costarricenses-carece-de-tratamiento.html>> [consulta: 16/4/2020]

20. González, D., (2010). Paradigmas de investigación Científica. Slideshare. [blog]. 29 de marzo. Disponible en: < [https://www.slideshare.net/damagm/paradigmas-de-investigacin?next\\_slideshow=3585893](https://www.slideshare.net/damagm/paradigmas-de-investigacin?next_slideshow=3585893)> [consulta 24/01/22]
21. Guijarro, A., (2021). El día mundial del agua, #AguaEnFemenino. *Iaguas*. [blog]. 22 de marzo. Disponible en: <<https://www.iagua.es/blogs/alberto-guijarro-lomena/dia-mundial-agua-aguaenfemenino-0>> [consulta 27/4/2021]
22. Gutiérrez, J. y Gould, M., (1994). SIG: Sistemas de Información Geográfica. Madrid, España: Editorial Síntesis
23. Hernández, F., Bracho, A., Loranca, K., y Mac Manus, M. (2019). Valoración contingente del recurso hídrico: Caso Reserva Ecológica de Cutul, Yucatán. *Revista interamericana de ambiente y turismo*, 15(7). Disponible en: <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-235X2019000100014&script=sci\\_arttext&tlng=e](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-235X2019000100014&script=sci_arttext&tlng=e)>
24. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2011). Estadísticas demográficas. 2011 – 2025. Proyecciones nacionales. Población total proyectada al 30 de junio por grupos de edades, según provincia, cantón, distrito y sexo. Disponible en < <https://www.inec.cr/poblacion/estimaciones-y-proyecciones-de-poblacion>>
25. Jaimes, J., y Vera, J., (2020). Los contaminantes emergentes de las aguas residuales de la industria farmacéutica y su tratamiento por medio de la ozonización. *Informador Técnico*, 84(2), 21-34. Obtenido de: <https://doi.org/10.23850/22565035.230>
26. Jiménez, F. y Benegas, L., (2019). Experiencias y contribuciones del CATIE al manejo y gestión de cuencas hidrográficas en América tropical. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1). Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-38962019000100153&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-38962019000100153&script=sci_arttext)
27. Ladrera, R., (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de Información Ambiental* n4: 24-29
28. López, T., Manzano, M y Ramírez, A. (2017). Disponibilidad hídrica bajo escenarios de cambio climático en el Valle de Galeana, Nuevo León, México. *Revista Tecnología y Ciencias del Agua*, 8 (1). Disponible en:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222017000100105&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222017000100105&script=sci_arttext)

29. Lozada, J., (2014). Investigación Aplicada, definición, propiedad intelectual e industria. Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica,3(1), 47-40. Disponible en:<  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>>
30. \_Macedo, A., Pajares, G., y Santos, M. (2010). Clasificación no supervisada con imágenes a color de cobertura terrestre. *Revista Agro ciencia*. 44 (6). Disponible en:<  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952010000600010](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952010000600010)>
31. Martínez, J., (2020). Las cuencas hidrográficas como unidades sistémicas de gestión para el desarrollo sostenible en Argentina. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Disponible en: <  
[https://www.researchgate.net/publication/342040180\\_Las\\_cuencas\\_hidrograficas\\_como\\_unidades\\_sistemicas\\_de\\_gestion\\_ambiental\\_para\\_el\\_desarrollo\\_sostenible](https://www.researchgate.net/publication/342040180_Las_cuencas_hidrograficas_como_unidades_sistemicas_de_gestion_ambiental_para_el_desarrollo_sostenible)>
32. Massolo, L., (2015). Introducción a las Herramientas de Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Exactas. Argentina: Editorial de la Universidad de La Plata. Disponible en: <  
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46750>>
33. Moya, L., (2016). El uso de Sistemas de Información Geográfica para la planificación y gestión de infraestructura. *Revista Digital MOPT*, 23-24. Disponible en:<  
<https://revista.mopt.go.cr/revista/index.php/revista/article/view/33>>
34. Ministerio de Ambiente y Energía, Secretaría Técnica Nacional Ambiental. Resolución N°2373 Comisión Plenario proyectos de muy bajo impacto ambiental/2016, de 21 de diciembre, sobre proyectos de muy bajo impacto ambiental. Disponible en:< <http://www.setena.go.cr/Downloads/documentos/Normativa/RES-2373-2016.pdf>>
35. Ministerio de Ambiente y Energía, Secretaría Técnica Nacional Ambiental. Propuesta Procedimiento para el Establecimiento de Medidas Compensatorias a proyectos con Viabilidad Ambiental o en procesos de otorgamiento de la misma/2011, de 23 de

- febrero, sobre medidas compensatorias. Disponible en: <  
<https://www.setena.go.cr/Downloads/documentos/Normativa/CP-042-2011.pdf>>
36. Moreira, A., Mirandola, P., Luiz, A., Salinas, E y de Oliveira, I. (2020). Manejo Integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(1). 69-85. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=721821>
37. Naciones Unidas. (2019). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. **[Blog]**. 30 de agosto. Disponible en: <  
<https://www.google.com/search?q=objetivos+de+desarrollo+sostenible&oq=objetivos+de&aqs=chrome.0.0j69i57j0l8.4561j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>>
38. Okama MB Corporación S.A. (2016). Plan de Gestión Ambiental de la microcuenca de la Quebrada Camaronera. Quinto Informe de Avance Técnico del Proyecto. Costa Rica. Disponible en: <  
<http://www.sinac.go.cr/ES/transprncia/Planificacin%20y%20Gestin%20BID/Gesti%C3%B3n%20Sostenible%20del%20Turismo%20a%20nivel%20Municipal/Municipalidad%20de%20Quepos/Plan%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental%20de%20a%20Microcuenca%20Quebrada%20Camaronera.pdf>>
39. Pérez, D., Segovia, J., Cabrera, P. y Martins, M. (2018). Uso del suelo y su influencia en la presión y degradación de los recursos hídricos en cuencas hidrográficas. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 42-57. Disponible en: <  
<https://doi.org/10.22490/21456453.2089>>
40. Presidente de la República, Ministerio de Salud Y ministro de Ambiente y Energía. Reglamento N° 39887 de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales/2016, de 18 de abril, sobre Aprobación de Sistema de tratamiento. Disponible:<  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=82487&nValor3=105490&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=82487&nValor3=105490&strTipM=TC)>
41. Presidente de la República, ministro de ambiente y energía y ministro de salud. Reglamento N° 33601 de vertido y re - uso de aguas residuales/2006, de 09 de agosto, sobre vertido y re - uso de aguas residuales. *Diario Oficial La Gaceta*, 19 de marzo de 2007. Núm.55. Disponible en:<

[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59524&nValor3=83250](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59524&nValor3=83250)>

42. Presidente de la República y ministra de salud. Reglamento N° 38924 para la Calidad de Agua Potable/2015, de 12 de enero, sobre calidad de agua potable. Diario Oficial La Gaceta, 1 de setiembre de 2015. Número 170. Disponible en:<  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80047&nValor3=101480&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=80047&nValor3=101480&strTipM=TC)>
43. Presidente de la República, ministro de Salud y ministro de Ambiente y Energía. Reglamento N° 42075-S-MINAE para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas Potable/2019, de 12 de noviembre, sobre vertido de aguas residuales. Disponible en:<  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=91043](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=91043)>
44. Presidente de la República y ministra de salud. Reglamento para la Evaluación y Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales/2007, de 09 de marzo, sobre calidad de cuerpos de agua superficial. Diario Oficial La Gaceta, 17 de setiembre de 2007. Núm. 178. Disponible en:< [http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/de-33903reglamento\\_evaluacion\\_clasificacion\\_cuerpos\\_de\\_agua\\_0.pdf](http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/de-33903reglamento_evaluacion_clasificacion_cuerpos_de_agua_0.pdf)>
45. Presidente de la República, ministro de Ambiente y Energía, ministra de Salud, Ministro de Obras Públicas y Transporte, Ministro de Agricultura y Ganadería y Ministerio de Economía, Industria y Comercio. Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N°31849/2004, de 24 de mayo, sobre evaluación de impacto ambiental. Disponible en:<  
[http://www.pgrweb.go.cr/SCIJ/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=53029&nValor3=93389&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/SCIJ/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=53029&nValor3=93389&strTipM=TC)>
46. Presidente de la República., y Ministerio de Ambiente y Energía. Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA)-Parte IV N°32966/2006, de 20 de febrero, sobre instrumentos para la evaluación de impacto ambiental. Disponible en: <  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=57061&nValor3=62612&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=57061&nValor3=62612&strTipM=TC) >
47. Presidente de la República., y Ministerio de Ambiente y Energía. Reglamento sobre Procedimientos de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) N°25705-MINAE/1996, de 8 de octubre, sobre procedimientos de la SETENA. Disponible en:

- <  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=42263&nValor3=44557&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=42263&nValor3=44557&strTipM=TC) >
48. República de Costa Rica. Constitución Política de Costa Rica/1949, de 07 de noviembre. La República de Costa Rica. Disponible en:<  
[https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=871](https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=871)>
49. República de Costa Rica. Ley de Construcciones/1949, de 02 de noviembre, sobre las construcciones. Disponible en:<  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param2=NRTC&nValor1=1&nValor2=36307](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param2=NRTC&nValor1=1&nValor2=36307)>
50. Ríos, S., Agudelo, R., Gutiérrez, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de la calidad de agua del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*. 35(2). Disponible en: <  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-386X2017000200236&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2017000200236&lng=en&nrm=iso&tlng=es)>
51. Rodríguez, J. (2017). Evaluación de la calidad del agua con la metodología de macroinvertebrados en la microcuenca del río La Paz, San Ramón, Costa Rica. **Tesis de maestría no publicada**. Turrialba, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
52. Salas, S., y Durán, A. (2015). Caracterización del uso del suelo en las principales áreas de agrícolas del Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 39 (1), 149-160. Disponible en:<  
[http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v39n01\\_149.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v39n01_149.pdf)>
53. Sancho, F. (2018). Uso y expectativas de disposición del suelo en la zona de amortiguamiento de la reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, En La Paz de San Ramón, Alajuela, 2016-2017. **Tesis de maestría publicada**. Universidad de Costa Rica. Disponible en:<[https://www.sep.ucr.ac.cr/posgrados/desarrollo-sostenible/tesis/luis\\_felipe.pdf](https://www.sep.ucr.ac.cr/posgrados/desarrollo-sostenible/tesis/luis_felipe.pdf)>
54. Sapag, N., Sapag, R. y Sapag, J. (2014). Preparación y Evaluación de Proyectos. Sexta ed. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores

55. Severiche, C., Barreto, A. y Acevedo, R. (2013). Efecto de las Lluvias sobre la Calidad del Agua en La Ciénaga. *AVANCES Investigación En Ingeniería*, 10(1), 58–67. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/2727/2147>
56. Sierra, C. A. (2011). Calidad del agua: evaluación y diagnóstico. (L. D. López Escobar, Ed.). Medellín, Colombia: Ediciones de la U
57. Siles, L. (2020). Caracterización físico-química del agua superficial de la subcuenca del río La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica; como indicador el impacto ambiental por urbanismo en la zona. **Tesis de licenciatura no publicada**. San Ramón, Universidad de Costa Rica.
58. Solano, M. (2012). El uso de Sistemas de Información Geográfica libre en Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 1 (48), 61-74. Disponible en:< <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=451744685003>>
59. “Tipos de investigación”. (2021). En: Significados.com. Disponible en: <https://www.significados.com/tipos-de-investigacion/> Consultado: 18 de junio de 2021, 07:24 pm.
60. Zita, A. (2020). Métodos de investigación. [Blog]. 25 de setiembre. Disponible en:< <https://www.todamateria.com/metodos-de-investigacion/>>

## Anexos

### Anexo 1. Evidencia de visita a la feria del agricultor



Anexo 2. Evidencia de visita de campo a comercios. Centro Turístico Río La Paz.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Anexo 3. Evidencia de visita de Campo a comercios. Bar Restaurante Pesca de Trucha Carrucha.



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Anexo 4. Evidencia de visita de campo a comercios. Cafetería y Trapiche Flory.



Fuente: Elaboración Propia, 2021

## Anexo 5. Instrumento realizado para la aplicación de entrevistas

Instrumento de evaluación con fines académicos.

Encuesta #1. La siguiente encuesta es de tipo mixta ya que presenta dos preguntas cerradas y una pregunta abierta.

Encuestadora: Diana Kopper Álvarez

Tema: Percepción social del proyecto Propuesta de Plan de Gestión de las Aguas Residuales para garantizar la calidad de las aguas superficiales del río La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica.

Pregunta 1. ¿Conoce usted el OCA del río La Paz?

Sí

No

Pregunta 2. ¿Cuál es su opinión sobre el proyecto en cuestión?

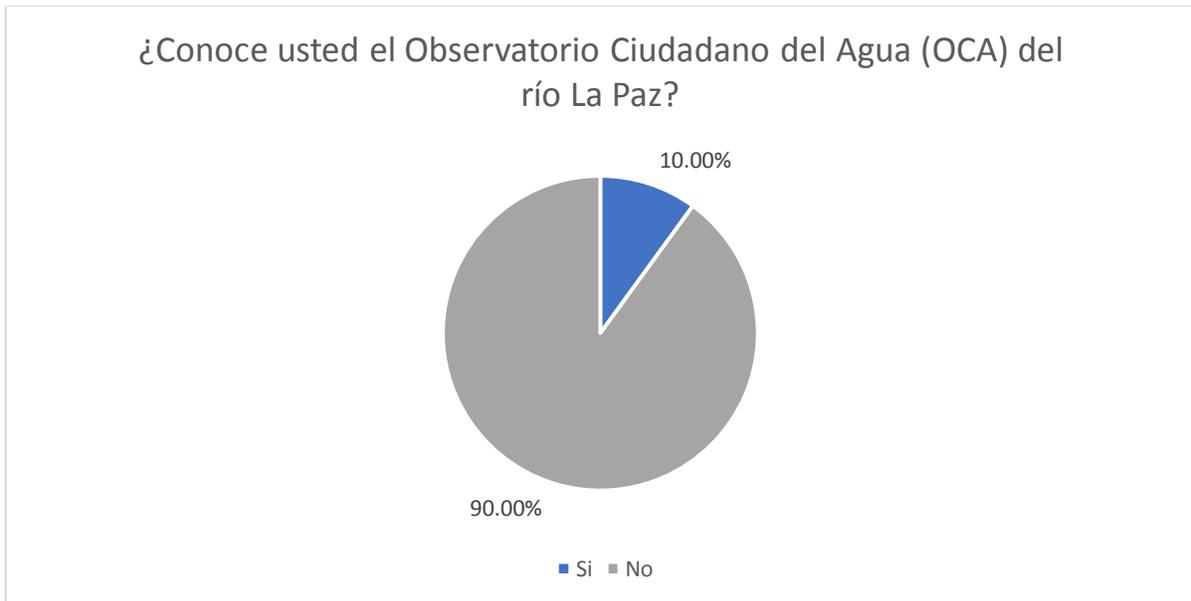
Pregunta 3. ¿Considera que traerá beneficios a la comunidad?

Sí

No

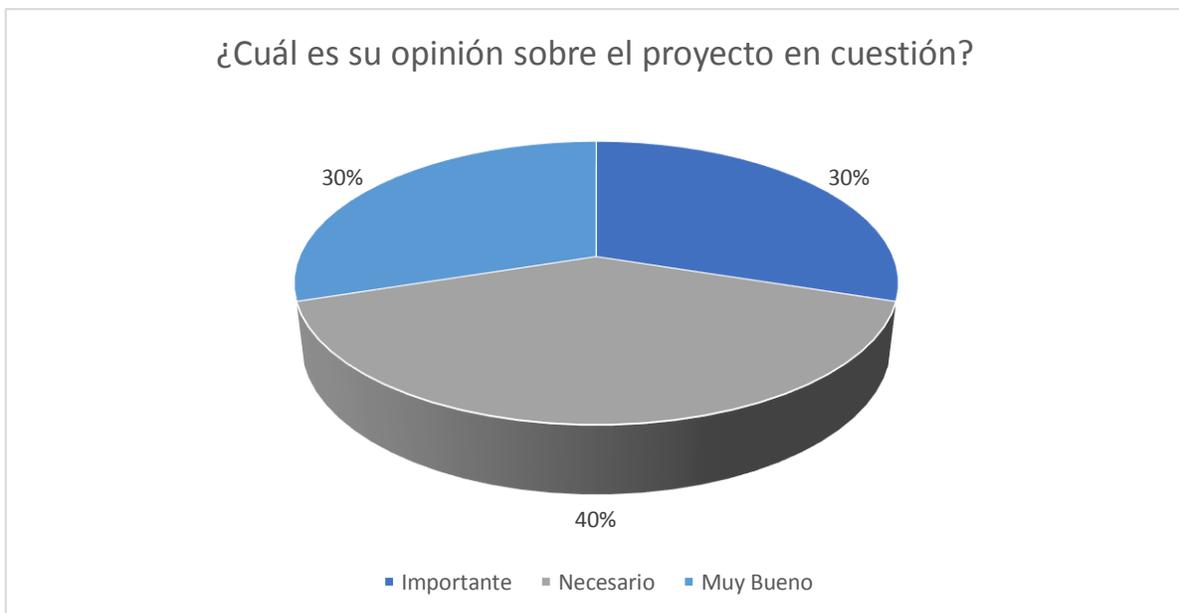
Fuente: Elaboración propia, 2021

Anexo 6. Gráfico de las respuestas obtenidas en la primera pregunta de la encuesta efectuada.



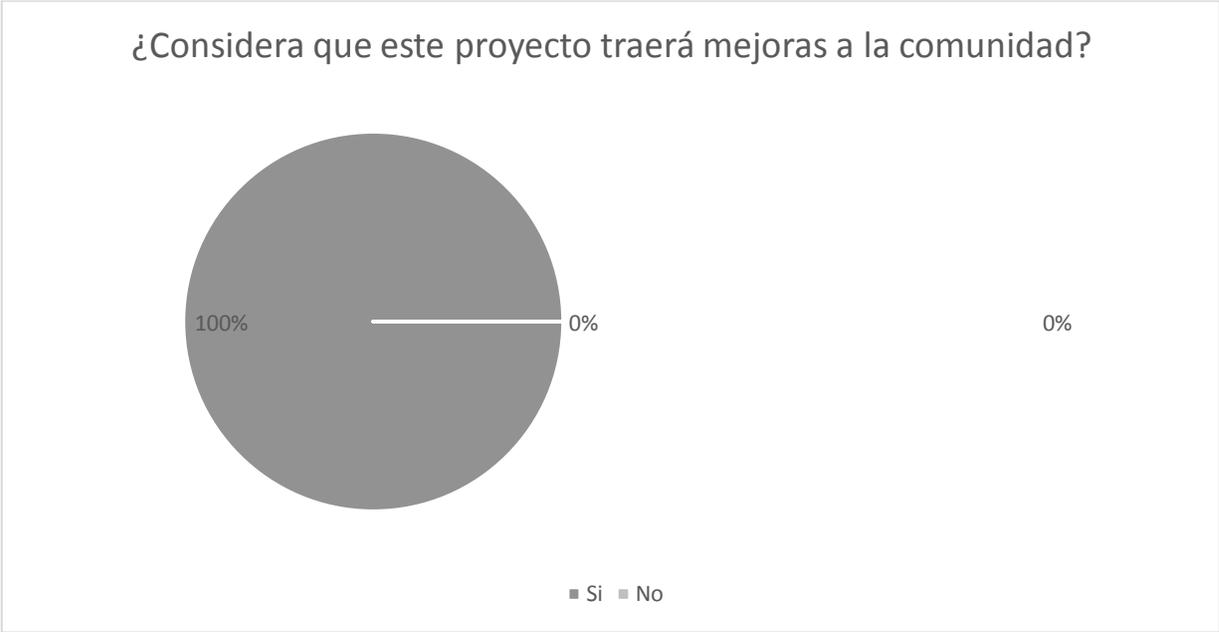
Fuente: Elaboración propia, 2021

Anexo 7. Gráfico de las respuestas obtenidas en la segunda pregunta de la encuesta efectuada.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Anexo 8. Gráfico de las respuestas obtenidas en la tercera pregunta de la encuesta efectuada.



Fuente: Elaboración propia, 2021



Anexo 10. Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz.

**Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz**



Fuente: <https://quebuenlugar.com/lugares/bajo-la-paz-alajuela/>

**Elaborada por: Ing. Diana Kopper Álvarez**

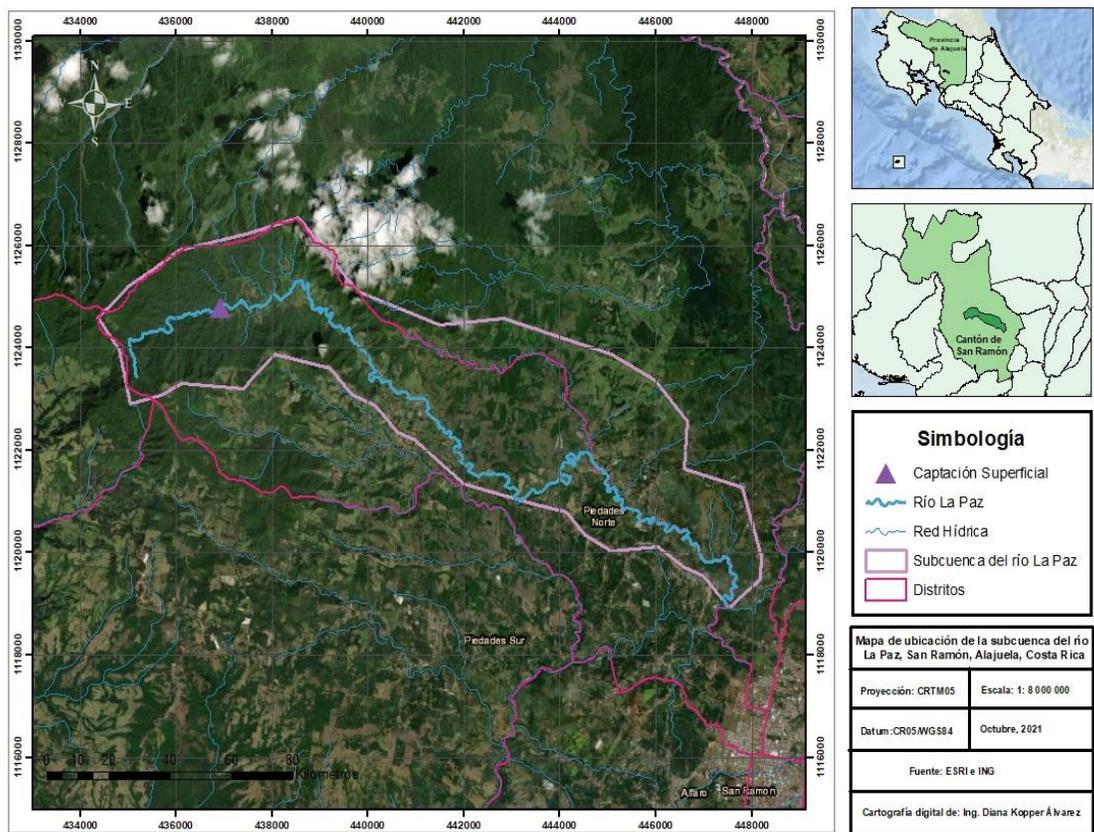
## **Introducción**

El río La Paz se encuentra ubicado en San Ramón de Alajuela Costa Rica, recorriendo las poblaciones de Bajo La Paz, La Paz, Bajo Zúñiga y Piedades Norte (Ver Figura 1), hasta desembocar en el río Barranca, el cual desagua en el mar, al ser un afluente del río Barranca, a su cuenca se le considera como subcuenca (Rodríguez, 2017). El cauce de este río es de 19,7 km, el área total de la subcuenca es de 39,44 Km<sup>2</sup> (Rodríguez, 2017). La parte alta de la subcuenca es una zona montañosa, de alta densidad boscosa, donde también se presentan pastizales, mientras las partes media y baja se encuentra más urbanizadas, presentando, además, una gran variedad de actividades socio productivas (Siles, 2020). Es importante mencionar que el agua superficial tanto del río La Paz como del río Barranca se emplea para el abastecimiento de consumo humano.

La propuesta de plan de gestión ambiental tiene como objetivo entregar una herramienta que permita gestionar y por ende proteger el recurso hídrico superficial de la subcuenca del río La Paz, de manera que se pueda asegurar dicho recurso en calidad y cantidad, así como brindar continuidad al aprovechamiento responsable y seguro de los diferentes servicios ecosistémicos que este río proporciona.

Este proyecto se encuentra elaborado en colaboración y supervisión de la Alianza Nacional de Ríos y Cuencas de Costa Rica, específicamente por medio del Observatorio Ciudadano del Agua del Río La Paz, organización comunal sin fines de lucro que desarrolla distintas tareas en pro de la preservación de los recursos naturales, especialmente el recurso hídrico, fomentado la ciencia ciudadana y el empoderamiento comunal en la toma de decisiones para preservar este recurso vital.

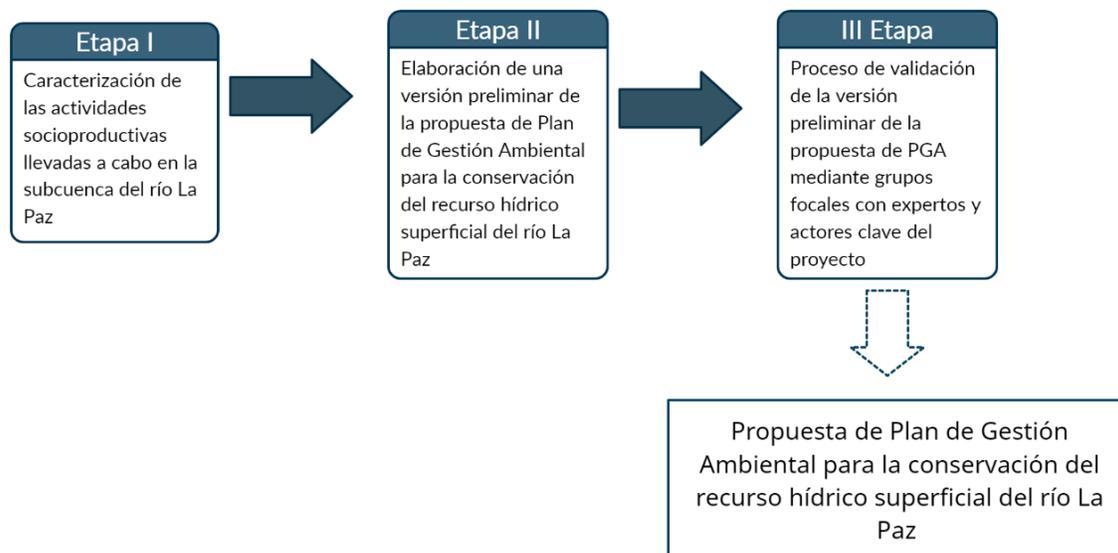
Como motor principal en la ejecución de esta propuesta se puede mencionar una problemática que aqueja a un importante número de cuencas y subcuencas hidrográficas, tanto en Costa Rica como en muchos países de Latinoamérica y el Caribe, la cual es el insuficiente saneamiento de las aguas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018). En la subcuenca del río La Paz una gran cantidad de las aguas residuales generadas, tanto ordinarias como especiales, se vierten sin un aparente tratamiento previo a este cuerpo de agua, generando afectaciones en la calidad del agua superficial empleada para abastecimiento de consumo humano.



**Figura 1.** Mapa de ubicación de la subcuenca del río La Paz.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La presente propuesta de plan de gestión ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz se elaboró tomando en cuenta los lineamientos sobre elaboración de planes de gestión ambiental estipulados en el Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N°31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC. La propuesta mencionada se abordó mediante tres ejes principales, recomendando medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental para cada sector productivo del lugar en estudio. Los ejes desarrollados fueron: La gestión de las aguas residuales generadas en la subcuenca del río La Paz, la gestión del agua para consumo humano y la gestión integrada del recurso hídrico superficial, es importante recalcar que cada uno de estos ejes presentan distintos enfoques que serán abordados a lo largo de este documento. El proceso de elaboración de esta propuesta de Plan de Gestión Ambiental (PGA) para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, constó de tres etapas, las cuales se presentan en el siguiente diagrama (Ver Figura 2).



**Figura 2.** Diagrama de las etapas ejecutadas para la elaboración de la propuesta de PGA para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Como se puede observar en el diagrama anterior, inicialmente se realizó una caracterización de las actividades socio productivas que se desarrollan en la subcuenca del río La Paz, con el fin de conocer la naturaleza de las actividades, los potenciales impactos negativos ambientales, las necesidades que presenta la subcuenca y los posibles aspectos a mejorar, seguidamente se elaboró una versión preliminar de dicha propuesta, tomando en cuenta la información recopilada en la primera etapa y utilizando el criterio de experto, donde se recomiendan medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental dirigidas a cada uno de los sectores productivos identificados en la primera etapa, con la finalidad de evitar potenciales impactos negativos al agua superficial del río en estudio. Finalmente, en la tercera etapa, se realizó un proceso de validación de la versión preliminar de dicha propuesta mediante la ejecución de dos grupos focales, a los cuales fueron invitados actores clave del proyecto y expertos en el tema de gestión ambiental del recurso hídrico, de manera que, integrando las observaciones ofrecidas por los participantes se pudiese elaborar la versión final de la propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz.

### **Etapa I: Caracterización de las actividades socio productivas llevadas a cabo en la subcuenca del río La Paz.**

Con el fin de conocer la naturaleza de las actividades socio productivas que se desarrollan en la subcuenca, así como su potencial afectación en la calidad del ecosistema en estudio, se planea realizar una caracterización de dichas actividades, utilizando la revisión bibliográfica de distintos estudios o proyectos realizados en dicha subcuenca, efectuando visitas de campo a la zona y realizando encuestas a los vecinos de la comunidad, productores de la comunidad,

así como personas propietarias de comercios. Se recolectó información durante un tiempo aproximado de 7 meses, es importante mencionar que, además de la consulta bibliográfica, las visitas de campo y las entrevistas se emplearon Sistemas de Información Geográfica (SIG) para elaborar un mapa de uso de suelo que permitió respaldar el análisis de la información recopilada.

Se encontró que la parte alta de la subcuenca es dedicada principalmente al aprovechamiento de su riqueza natural mediante el turismo ecológico, sin embargo, en este estrato, también se presenta la toma de agua para abastecimiento de consumo humano como actividad de aprovechamiento. La zona media de la subcuenca, por su parte, presenta diversidad de actividades socio productivas, dentro de las que destacan la agricultura y el comercio, en este estrato la densidad poblacional incrementa, en relación con la parte alta, donde la densidad poblacional es escasa. Por último, la parte baja de la subcuenca del río La Paz presenta mayor densidad poblacional, llevándose a cabo principalmente el comercio como actividad económica. La categorización de las actividades socio-productivas encontradas en cada estrato de la subcuenca se presenta en el siguiente cuadro (Ver cuadro 1).

**Cuadro 1.** Caracterización de las actividades socio productivas llevadas a cabo en la subcuenca del río La Paz.

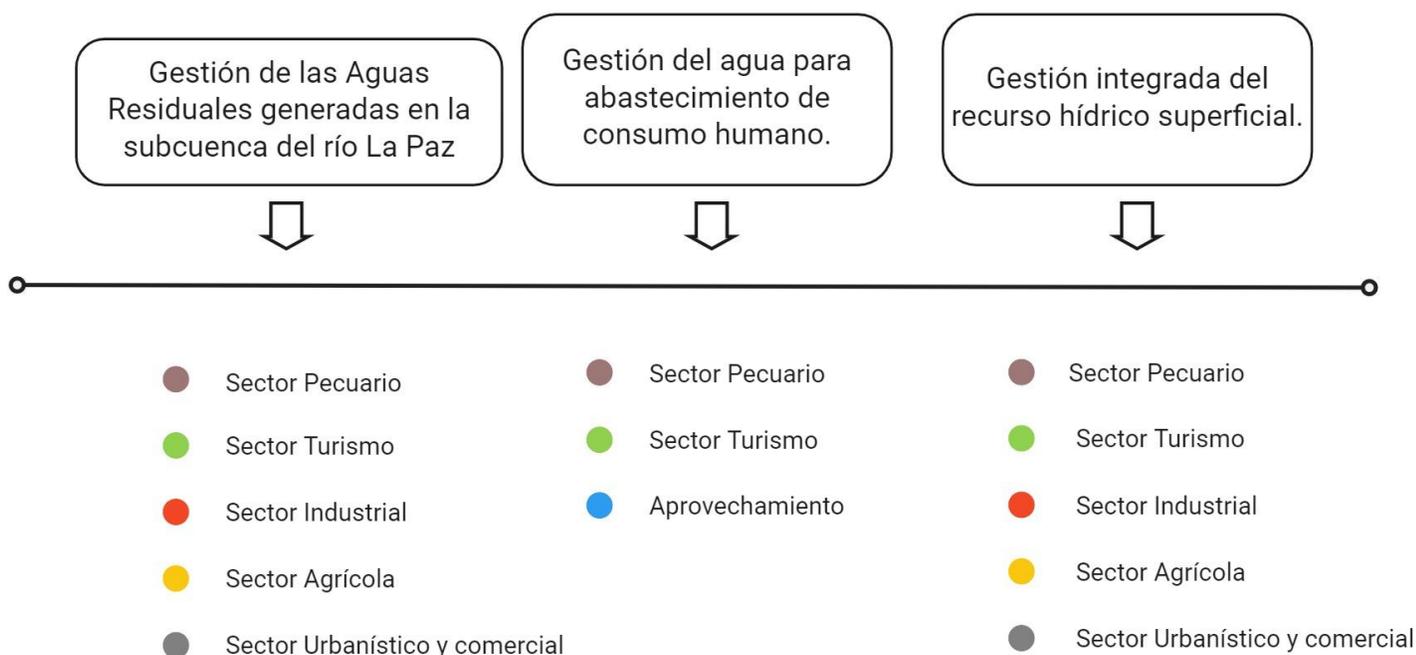
<b>Estrato de la subcuenca</b>	<b>Sector productivo</b>
<i>Parte Alta</i>	Turismo de conservación Pecuarias Aprovechamiento
<i>Parte Media</i>	Industrial Turismo Rural Agrícola Pecuario Urbanístico y Comercial
<i>Parte Baja</i>	Agrícola Pecuario Urbanístico y Comercial

Fuente: Elaboración propia, 2021

## **Etapa II: Elaboración de la propuesta de Plan de Gestión Ambiental enfocado en la preservación del Recurso Hídrico Superficial del río La Paz.**

Mediante la caracterización de las actividades socio productivas que se desarrollan en la subcuenca del río La Paz, elaborada en la etapa I, se lograron vislumbrar potenciales impactos ambientales negativos al agua superficial del río La Paz derivados de las tareas llevadas a cabo en la zona. De manera que determinaron tres ejes principales en la elaboración de la propuesta, en la siguiente figura se presentan estos tres ejes mencionados y a su vez se presentan los sectores socio productivos abordados en cada uno de ellos (Ver Figura 3).

Como se puede observar en la figura 3, para el primer eje se tomaron en cuenta la totalidad de los gremios socio productivos, ya que una forma u otra, cada uno generan aguas residuales que pueden llegar a comprometer el agua superficial del río La Paz, si no se gestionan adecuadamente. En el caso del segundo eje, únicamente se tomaron en cuenta los sectores productivos que desarrollan en la parte alta de la subcuenca, ya que la toma de agua se encuentra ubicada en este estrato (Ver figura 1). Finalmente, el tercer eje fue subdividido en tres categorías: la gestión de riesgos naturales y antrópicos, la gestión de los residuos sólidos y la educación ambiental, brindando recomendaciones generales para cada uno de los sectores socioproductivos de la subcuenca del río La Paz.



**Figura 3.** Ejes fundamentales abarcados en la PPGA y sus sectores socio productivos de incidencia

Fuente: Elaboración propia, 2021

### **Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la preservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, San Ramón, Alajuela, Costa Rica.**

Para cada uno de los ejes presentados en la figura anterior (Ver figura 3), a continuación, se recomiendan medidas de prevención, mitigación y compensación dirigidas a cada uno de los sectores socioproductivos desarrollados en la subcuenca del río La Paz. Como fue mencionado anteriormente, esta propuesta se realizó tomando en cuenta los lineamientos para la elaboración de planes de gestión ambiental presentes en el Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N°31849-MINAE-S-MOPT-

MAG-MEIC, de manera que se encuentra formulada mediante tablas, las cuales contienen las recomendaciones sectoriales elaboradas, siguiendo el formato de: actividad socio productiva, impacto, medida ambiental, responsable, legislación asociada. Se presenta la propuesta en los siguientes párrafos.

### **Gestión de las aguas residuales generadas en la subcuenca del río La Paz.**

Como se mencionó anteriormente, para este primer eje de la propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, se tomaron en cuenta todos los sectores socioprodutivos que se desarrollan en todos los estratos de la subcuenca, ya que cada uno de ellos, de una forma u otra generan aguas residuales, tanto de tipo especial como de tipo ordinario.

Inicialmente se abordó el sector pecuario, generador de aguas residuales de tipo especial. Se prosiguió con el sector turismo, productor de aguas de tipo ordinario, luego se abordó el sector agrícola, generador de aguas residuales de tipo especial, seguidamente se estudió el sector industrial, que se refiere a la industria del dulce mediante trapiches tradicionales, actividad productora de aguas residuales de tipo especial. Finalmente se presentaron medidas ambientales para el sector urbanístico y comercial, gremios generadores de aguas residuales de tipo ordinario.

En algunas medidas ambientales recomendadas se presenta un símbolo de asterisco (\*) o dos seguidos (\*\*), indicando que esta acción ambiental fue ampliada al pie de la tabla correspondiente.

## Sector Pecuario

**Cuadro 2.** Abordaje para el sector pecuario.

Actividad Socio productiva	Impacto	Medida Ambiental	Responsable	Legislación
Granjas avícolas, porcinas y bovinas a pequeña escala	Potencial arrastre de excretas por escorrentía superficial al río La Paz	Elaboración de abono orgánico utilizando excretas	Productor	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S
Granjas avícolas, porcinas y bovinas a pequeña y mediana escala	Potencial arrastre de excretas por escorrentía superficial al río La Paz	Implementación de Biodigestor de flujo continuo para el manejo de excretas y aprovechamiento de gas generado*	Productor	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S
Granjas avícolas, porcinas y bovinas a gran escala	El vertido de aguas de tipo especial al cuerpo de agua receptor (Río La Paz) que puede comprometer la calidad del ecosistema.	Es recomendable integrar al sistema de Tratamiento un Biodigestor Taiwán **	Productor	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S
Granjas porcinas	El vertido de aguas de tipo especial al cuerpo de agua receptor (Río La Paz) que puede comprometer la calidad del ecosistema.	Se sugiere la utilización de camas secas o profundas para el manejo de las excretas de cerdos***	Productor	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N° 33601-MINAE-S

Fuente: Elaboración propia

\*Es importante tomar en cuenta que según el Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales N°39887-S-MINAE el retiro, según los linderos de la propiedad, para la construcción de un biodigestor es de 10 metros.

\*\*Las granjas avícolas, porcinas y bovinas a gran escala, al ser productoras de aguas residuales de tipo especial, deben contar con un Sistema de Tratamiento que permita reducir la potencial carga contaminante de las aguas residuales generadas, antes de ser vertidas al cuerpo receptor, ya que según lo estipulado en el Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S las aguas de tipo especial deben ser enviadas a un

alcantarillado sanitario o vertidas a un cuerpo de agua receptor después de su adecuado tratamiento. Tomando en cuanto lo anterior, se recomienda la integración de un biodigestor de flujo continuo o Taiwán como etapa final para los sistemas de tratamiento empleados, además, se incita a brindar aprovechamiento del gas metano generado, ya sea para ser usado en la cocina o para regular la temperatura de la granja durante las noches.

\*\*Las camas secas o profundas son un método de recolección de las excretas utilizando aserrín, burucha o bagazo, para posteriormente ser empleadas en la elaboración de compost, o como complemento en la dieta de bovinos (Bautista, 2020).

## Sector Turismo

**Cuadro 3.** Abordaje para el sector turismo

<b>Actividad Socio productiva</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación asociada</b>
Turismo de Conservación: Alojamientos	Conexiones ilegales al alcantarillado pluvial potencian la contaminación del río La Paz debido al vertido de aguas grises sin tratamiento previo.	Enviar la totalidad de las aguas residuales ordinarias generadas al tanque o fosa séptica del inmueble	Desarrollador de la actividad	Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas N°42075-S-MINAE
Turismo de Conservación: Alojamientos	Un inadecuado o nulo mantenimiento del Tanque Séptico puede comprometer su eficiencia	Es recomendable remover los lodos del tanque séptico cada dos años y limpiar la trampa de grasa cada tres meses	Desarrollador de la actividad	Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas N°42075-S-MINAE
Turismo de Conservación: Soda	Las conexiones ilegales al alcantarillado pluvial y la ausencia de una trampa de grasa ponen en propician el vertido de grasas y aceites.	Recolección del aceite empleado en la cocina y para su aprovechamiento en la elaboración de jabones, biodiésel, entre otros.	Desarrollador de la actividad	Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas N°42075-S-MINAE

<b>Actividad Socio productiva</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación asociada</b>
Turismo de conservación: Alojamiento	Las conexiones ilegales al alcantarillado pluvial potencian la contaminación del río La Paz debido al vertido de aguas grises sin tratamiento previo.	Se sugiere la construcción de una bio jardinera para el tratamiento de las aguas ordinarias generadas *	Desarrollador de la actividad	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S y Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales N°39887-S-MINAE.
Turismo de conservación: Alojamiento	Conexiones ilegales al alcantarillado pluvial potencian la contaminación del río La Paz debido al vertido de aguas grises sin tratamiento previo.	Como medida para aumentar la eficiencia de la bio jardinera, es recomendable el uso de microorganismos eficientes (EM) **	Desarrollador de la actividad	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S
Turismo de Conservación	Conexiones ilegales al alcantarillado pluvial potencian la contaminación del río La Paz debido al vertido de aguas grises sin tratamiento previo.	Se recomienda el uso de productos de limpieza e higiene personal biodegradables, desinfectantes naturales y sustitutos de cloro.	Desarrollador de la actividad	Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas N°42075-S-MINAE
Turismo Rural: Centro Campestre	El vertido al alcantarillado pluvial de aguas grises con residuos de grasas y aceites puede potenciar afectaciones en la calidad del agua del recurso hídrico superficial	Es recomendable el acopio del aceite o grasa empleados en la cocina, con la finalidad de ser aprovechados en otros fines	Desarrollador de la actividad	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S

<b>Actividad Socio productiva</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación asociada</b>
Turismo Rural: Centro Campestre	Una gestión deficiente o inadecuada de las aguas residuales ordinarias generadas puede llegar a comprometer el agua superficial del río La Paz	Se sugiere el adecuado mantenimiento de la fosa séptica, removiendo los lodos cada dos años y limpiando la trampa de grasa cada 3 meses	Desarrollador de la actividad	Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas N°42075-S-MINAE
Turismo Rural: Centro Campestre	El vertido de aguas jabonosas al alcantarillado pluvial puede afectar la calidad del río la Paz	Se recomienda el uso de productos de limpieza e higiene biodegradables, desinfectantes naturales y sustitos de cloro.	Desarrollador de la actividad	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S
Turismo Rural: Cultivo de Truchas y Tilapias	El vertido de aguas de tipo especial al cuerpo de agua receptor (Río La Paz) que puede comprometer la calidad del ecosistema.	Es deseable implementar una laguna de oxidación como última etapa en el tratamiento de las aguas provenientes del cultivo de truchas y tilapias***	Desarrollador de la actividad	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S y Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales N°39887-S-MINAE.

Fuente: Elaboración propia, 2021

\*Las bio jardineras presentan gran eficiencia para el tratamiento de aguas ordinarias, de manera que en hoteles o alojamientos se convierten en sistema de tratamiento ideal, no obstante, para aumentar su eficiencia, es importante realizar un proceso de igualamiento del agua a tratar, para esto se recomienda la construcción de un lecho filtrate y una trampa de grasa como etapas previas a la entrada al humedal artificial. Es importante tomar en cuenta, que según el Reglamento para la Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales N°39887-S-MINAE, el retiro, con respecto a los linderos de la propiedad, que debe tener una bio jardinera es de 20 metros.

\*\*Los microorganismos eficientes, se alimentan de la materia orgánica, razón por la cual su utilización es gran aliado para el tratamiento de las aguas residuales. Estos EM pueden ser

comprados, o pueden ser producidos utilizando la técnica de bio fermentación de residuos. Estos pueden ser aplicados tanto previo al sistema de tratamiento como de forma posterior.

\*\*\*Tomando en cuenta la naturaleza de las aguas utilizadas para el cultivo y engorde de tilapias, que puede contener residuos de antibióticos, medicamentos, alimento, así como excretas de los peces, es recomendable la implementación de una laguna de oxidación, no obstante, estos sistemas de tratamiento presentan una inversión importante, por lo que como alternativa se recomienda implementar un jardín artificial con etapas de igualamiento previo a la entrada del agua a tratar. Las bio jardineras además de ser una opción económica y de poco mantenimiento, aporta belleza escénica al paisaje.

## Sector Industrial

**Cuadro 4.** Abordaje para el sector industrial

<b>Actividad Socio productiva</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación asociada</b>
Industria del dulce: Trapiche Tradicional	Las aguas miel provenientes del lavado de herramientas usadas la elaboración del dulce puede comprometer la calidad de agua del río La Paz	Instalar una bio jardinera con el fin de dar tratamiento a las aguas mieles de lavado, evitando potenciales vertidos que pueden afectar la calidad del río La Paz*	Desarrollador de la actividad	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S y Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales N°39887-S-MINAE.
Industria del dulce: Trapiche Tradicional	Las aguas miel provenientes del lavado de herramientas usadas la elaboración del dulce puede comprometer la calidad de agua del río La Paz	Con el fin de aumentar la eficiencia de la bio jardinera, es recomendable el uso de microorganismos eficientes (EM).	Desarrollador de la actividad	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N° 33601-MINAE-S

Fuente: Elaboración propia, 2021

\*Es importante instalar una etapa previa a la bio jardinera que tenga como finalidad el igualamiento del agua residual a tratar, se recomienda una trampa de grasa seguida de un lecho filtrante, esto permitirá aumentar la eficiencia del proceso. Además, es importante tomar en cuenta que según lo estipulado en Reglamento para la Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales N°39887-S-MINAE, el retiro de construcción de la bio jardinera, según los linderos de la propiedad, debe ser de 20 metros.

## Sector Agrícola

**Cuadro 5.** Abordaje para el sector agrícola.

<b>Actividad Socio productiva</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación asociada</b>
Agricultura tradicional	La utilización de agroquímicos compromete la calidad de los ecosistemas, al ser compuestos muy persistentes pueden generar afectaciones al recurso hídrico superficial del río La Paz	Fomentar el empleo de herbicidas y plaguicidas amigables con el ambiente, disminuyendo progresivamente el uso de agroquímicos.	Productor	Ley para la Gestión Integral de los residuos sólidos N°8839
Agricultura tradicional	Los plaguicidas tradicionales, a ser compuestos con gran persistencia en los ecosistemas pueden generar afectaciones al recurso hídrico superficial del río La Paz	Implementar el control biológico como alternativa al empleo de agroquímicos.	Productor	Ley para la Gestión Integral de los residuos sólidos N°8839
Agricultura tradicional	Los abonos tradicionales contienen compuestos nocivos para los ecosistemas, la disolución de estos en el recurso superficial del río La Paz puede comprometer su calidad	Fomentar la utilización de abonos orgánicos, lombricomposta, takakura, disminuyendo el uso de agroquímicos.	Productor	Ley para la Gestión Integral de los residuos sólidos N°8839
Agricultura a mayor escala	Los monocultivos o cultivos pueden comprometer la calidad de los cuerpos de agua, por la mayor erosión y la aplicación de agroquímicos	Implementar técnicas de producción más limpia (P+L) y ecoeficiencia	Productor	Ley para la Gestión Integral de los residuos sólidos N°8839

<b>Actividad Socio productiva</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación asociada</b>
Agricultura a mayor escala	Los monocultivos afectan los suelos, generando sedimentos, los cuales pueden ser arrastrados al río La Paz, generando afectación a la calidad del agua.	Evitar los monocultivos implementando sistemas agroforestales	Productor	Ley Forestal N°7575

Fuente: Elaboración propia, 2021

## Sector Urbanístico y Comercial

**Cuadro 6.** Abordaje para el sector agrícola

<b>Actividad Socio productiva</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación asociada</b>
Comercios y casas de habitación	Las conexiones ilegales al alcantarillado pluvial potencian la contaminación del río La Paz	Asegurar el envío de todas las aguas residuales generadas a la fosa séptica del comercio o casa de habitación	Desarrollador de la actividad	Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas N°42075-S-MINAE
Comercios y casas de habitación	Una gestión deficiente o inadecuada de las aguas residuales ordinarias puede llegar a comprometer el agua superficial del río La Paz	Se sugiere el adecuado mantenimiento de la fosa séptica, removiendo los lodos cada dos años y limpiando la trampa de grasa cada 3 meses	Desarrollador de la actividad	Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas N°42075-S-MINAE
Comercios y casas de habitación	El vertido al alcantarillado pluvial de aguas grises con residuos de grasas y aceites puede potenciar afectaciones recurso hídrico superficial	Recolectar el aceite empleado en la cocina para el aprovechamiento en la elaboración de jabones, biodiésel entre otros.	Desarrollador de la actividad	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S

<b>Actividad Socio productiva</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación asociada</b>
Comercios y casas de habitación	Una gestión deficiente o inadecuada de las aguas residuales ordinarias generadas puede llegar a comprometer el agua superficial del río La Paz	Se recomienda la implementación de bio jardineras para el tratamiento de las aguas ordinarias generadas en apartamentos, casas de habitación	Desarrollador de la actividad	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S y Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales N°39887-S-MINAE.
Comercios y casas de habitación	Una gestión deficiente o inadecuada de las aguas residuales ordinarias generadas puede llegar a comprometer el agua superficial del río La Paz	Para los nuevos proyectos es importante la adecuada supervisión y acompañamiento para la disposición de las aguas ordinarias, evitando conexiones ilegales al alcantarillado pluvial*	Gobierno Local	Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas N 42075-S-MINAE

Fuente: Elaboración propia, 2021

\*Es recomendable la adecuada supervisión y acompañamiento por parte del gobierno local, para que en los nuevos proyectos habitaciones y comerciales, se cumpla lo estipulado en el Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas N°42075-S-MINAE, de manera que se eviten las conexiones ilegales alcantarillado pluvial, resguardando la calidad del agua superficial del río La Paz.



**Figura 4.** Bio jardinera construida para el tratamiento de las aguas grises de una casa de habitación en el cantón de Poás.

Fuente: Elaboración propia, 2021

### **Gestión del agua empleada para abastecimiento de consumo humano**

Para este eje, en particular, únicamente se tomaron en cuenta las actividades socio productivos que se llevan a cabo en la parte alta de la subcuenca del río La Paz, ya que, en este estrato se encuentra la captación de agua superficial. Es importante mencionar que se recomendaron medidas preventivas, mitigantes y de compensación ambiental, enfocadas en la conservación del recurso superficial en calidad y cantidad. Se presentan las medidas en las siguientes tablas.

## Sector Pecuario

**Cuadro 7.** Abordaje para el sector pecuario, eje dos.

<b>Actividad Socio productiva</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación asociada</b>
Ganadería de leche y carne	Un mal manejo de las excretas puede generar procesos de nitrificación alterando la calidad del agua del río La Paz	Gestionar adecuadamente de las aguas residuales mediante las alternativas expuestas en el eje “Gestión de las aguas residuales generadas en la subcuenca del río La Paz”.	Productor en conjunto con MAG	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S
Ganadería de leche y carne	Un mal manejo de las excretas puede generar procesos de nitrificación alterando la calidad del agua del río La Paz	En caso de ser necesario aplicar procesos de biorremediación y propiciar la oxigenación del cuerpo de agua	Productor en conjunto con MINAE, INDER, ONG	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S
Ganadería de leche y carne	La invasión al área de protección del río puede incidir en el aumento de inundaciones y erosión	Evitar la invasión del área de protección del río, la tala de árboles o extracción de vegetación.*	Productor en conjunto con MINAE, ONG	Ley Forestal N°7575, Artículo °33
Ganadería de leche y carne	Los pastizales para ganadería provocan deforestación, fragmentación de los ecosistemas y compactación de los suelos por el peso de los bovinos	Es recomendable la implementación de sistemas silvopastoriles, propiciando la reforestación, revegetación y la infiltración del suelo	Productor en conjunto con MAG, INDER, MINAE	Ley Forestal N°7575,

Fuente: Elaboración propia, 2021

\*El retiro en la parte alta de la subcuenca del río La Paz debe ser de 15 metros según la Ley Forestal N°7575, ya que se trata de una zona rural.

## Sector Turismo de conservación

**Cuadro 8.** Abordaje para el sector turismo de conservación, eje dos.

<b>Actividad Socio productiva</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación asociada</b>
Turismo de conservación	Un deficiente o inadecuado manejo de las aguas residuales ordinarias generadas puede afectar la calidad del agua del río La Paz	La adecuada gestión de las aguas residuales mediante las alternativas expuestas en el eje “Gestión de las aguas residuales generadas en la subcuenca del río La Paz”.	Desarrollador de la actividad	Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S y Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales N°39887-S-MINAE.
Turismo de conservación	La invasión al área de protección del río puede incidir en el aumento de inundaciones, erosión, procesos de recarga, socavación	Evitar la invasión al área de protección del río La Paz con proyectos, la tala de árboles o extracción de vegetación.	Desarrollador de la actividad, MINAE,	Ley Forestal N°7575, Artículo °33
Turismo de conservación	La tala de árboles en el área de protección del río, zonas de recarga o nacientes, afecta en cantidad al recurso hídrico del río La Paz	Evitar la tala de árboles mediante la realización de procesos de reforestación	Asociaciones de desarrollo, desarrolladores, ONG, MINAE	Ley Forestal N°7575
Turismo de conservación	El vertido de residuos sólidos al río la Paz puede afectar su calidad	Fomentar la sensibilización ambiental entre las visitas, evitando el vertido de residuos al cuerpo de agua	Desarrollador, Asociaciones de desarrollo, ONG, MINAE, MINSA	Ley para la Gestión Integral de los residuos sólidos N°8839

Fuente: Elaboración propia, 2021

## Sector Aprovechamiento

**Cuadro 9.** Abordaje para el sector aprovechamiento, eje dos

<b>Actividad Socio productiva</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación asociada</b>
Aprovechamiento	El aprovechamiento del agua para abastecimiento de consumo humano puede llegar a afectar los caudales ecológicos y ambientales del río	Realizar procesos de reforestación mediante voluntariado	AYA, MINAE, ADC	Ley Forestal N°7575, Ley General de Aguas
Aprovechamiento	La tala de árboles en el área de protección del río, zonas de recarga o nacientes, afecta en cantidad al recurso hídrico del río La Paz	Evitar la tala de árboles, extracción de vegetación y la invasión del área protección del río*	AYA, MINAE, ADC	Ley Forestal N°7575, Ley General de Aguas
Aprovechamiento	El aprovechamiento del agua para abastecimiento de consumo humano puede llegar a afectar los caudales ecológicos y ambientales del río	Es recomendable propiciar la aireación del río, mediante las caías de agua en formaciones de roca	AYA, MINAE, MinSA	Ley General de Aguas
Aprovechamiento: Seguridad Sanitaria	El aprovechamiento sin procesos de seguridad sanitaria puede afectar la salud pública	Se sugiere la aplicación de barreras múltiples para el aseguramiento de la calidad del agua superficial en la captación	AYA, y MinSA	Reglamento para la Calidad del Agua N°38924-S
Aprovechamiento: Seguridad Sanitaria	El aprovechamiento sin procesos de seguridad sanitaria puede llegar a afectar a la salud pública	Se recomienda el monitoreo de las actividades que se realizan cerca de la captación como medida preventiva ante potenciales afectaciones al recurso superficial	AYA y MinSA	Reglamento para la Calidad del Agua N°38924-S

Fuente: Elaboración propia, 2021

\* El área de protección del río, funciona de barrera protectora para evitar las afectaciones en calidad y cantidad del ecosistema, sin embargo, también propicia el intercambio de procesos ecosistémicos y brinda amortiguamiento en caso de riesgo natural y/o antrópico, como deslizamientos, inundaciones y socavación.

\*\*Las barreras múltiples son acciones utilizadas de manera preventiva ante los potenciales riesgos de contaminación ambiental, para sistemas o cuerpos de agua que son empleados para abastecimiento de consumo humano. Para el caso del río La Paz se recomienda mantener completamente cerrada la toma de agua superficial, evitando la entrada de hojas secas, roncós o incluso animales, en la misma línea, esto evitaría eventos de vandalismo, vertido de residuos sólidos o aguas residuales. Además, se sugiere la implementación de un sistema de cribado o rejillas, de manera que, en caso de no poder mantener cerrada la captación, el mantenimiento de esta sea más sencillo.



**Figura 5.** A la izquierda se presenta la toma de agua superficial del río La Paz y a la derecha el interior.

Fuente: Elaboración propia, 2021

## Gestión Integrada del recurso hídrico superficial del río La Paz

Con la intención de lograr una gestión, desde una perspectiva integral, del recurso hídrico superficial del río La Paz, se dividió este tercer eje de la propuesta de plan de gestión ambiental en tres secciones: la gestión de riesgos naturales y antrópicos, la sensibilización y educación ambiental y la gestión de los residuos sólidos. Es importante mencionar que para este eje se recomendaron medidas ambientales generales para todos los sectores socio productivo de la subcuenca del río La Paz, por lo que únicamente se encuentran clasificadas en: medida ambiental, responsable y legislación asociada. Se presenta dicho eje en las siguientes tablas.

### Gestión de Riesgos Naturales y Antrópicos

**Cuadro 10.** Recomendaciones generales para la gestión de riesgos, eje tres.

<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación Asociada</b>
Evitar la invasión a las áreas de protección del río, ya que, funcionan como amortiguamiento ante eventos hidrometeorológicos extremos	CNE, INDER, MINAE, Asociaciones de Desarrollo	Ley Forestal N°7575
Se sugiere fomentar la sensibilización y educación ambiental mediante las campañas de reforestación cerca de los ríos	MINAE, MEP, CNE, INDER	Ley Forestal N°7575
Propiciar un adecuado mantenimiento del alcantarillado pluvial, de manera que no presente residuos sólidos o de jardinería	MinSA, Gobierno Local y MINAE	Ley para la Gestión Integral de los residuos sólidos N°8839
Fomentar y poner en práctica medidas de mitigación ante la variabilidad climática*	CNE, MINAE, INDER, Gobierno Local	Ley Nacional de Emergencias y Prevención de Riesgos N°8488
Incentivar, así como llevar a cabo medidas de adaptación a la variabilidad climática **	CNE, MINAE, INDER, Gobierno Local	Ley Nacional de Emergencias y Prevención de Riesgos N°8488

Fuente: Elaboración propia, 2021

\*Dentro de las medidas de mitigación ante la variabilidad climática se propone: el aprovechamiento de las energías renovables, la adquisición de aparatos eléctricos que brinden una mayor eficiencia energética, promover la agricultura orgánica, la producción sostenible, la economía circular, la elaboración de abono a partir de los residuos orgánicos, el consumo responsable, así como propiciar la arquitectura y movilidad sostenible.

\*\*Como medidas de adaptación a la variabilidad climática se sugiere: la organización comunitaria para el establecimiento de protocolos en caso de eventos hidrometeorológicos extremos, la construcción de infraestructuras más seguras y eficientes, así como la diversificación de la agricultura para la adaptación a climas cambiantes.

### Sensibilización y educación ambiental

**Cuadro 11.** Recomendaciones generales para sensibilización ambiental, eje tres.

<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación Asociada</b>
Efectuar charlas en lenguaje inclusivo a cada uno de los gremios socio productivos sobre temas medio ambientales *	MEP, MINAE, INDER, Universidades, Gobierno Local	Ley para la Gestión Integral de los residuos sólidos N°8839, Ley Forestal N°7575, Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales N°33601-MINAE-S
Impartir talleres sobre elaboración de compostaje y adecuada gestión de las aguas residuales ordinarias	MEP, MINAE, INDER, Universidades, Gobierno Local	Ley para la Gestión Integral de los residuos sólidos N°8839, y Reglamento para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas N°42075-S-MINAE
Informar sobre acciones que permitan la racionalización del agua para uso y consumo humano	MinSA, MEP, Gobierno Local, Universidades, MINAE	Ley General de Aguas, Ley Forestal N°7575
En renovaciones o nuevas construcciones se sugiere optar por sistemas más eficientes **	MinSA, MEP, Gobierno Local, Universidades, MINAE	Ley General de Aguas, Ley Forestal N°7575
Instalar al aprovechamiento del agua de lluvia mediante sistemas de captación y almacenamiento	MinSA, MEP, Gobierno Local, Universidades, MINAE	Ley General de Aguas, Ley Forestal N°7575
Crear una política de ahorro energético a nivel de la subcuenca***	MinSA, MEP, Gobierno Local, Universidades, MINAE	Ley de la Regulación del Uso Racional de Energía

Fuente: Elaboración propia, 2021

\* Es importante impartir charlas a todos los sectores socio productivos sobre la importancia de la conservación del recurso hídrico, el respeto las áreas de protección de los ríos y las consecuencias de la deforestación. Por otra parte, es importante además abordar temas como lo son sobre la adecuada separación de los residuos, de manera que las personas conozcan cuales residuos son valorizables, especiales y cuáles pueden ser enviados a la disposición final. Con respecto a los gremios agrícola, pecuario e industrial, es indispensable brindar charlas con contenido más técnico, específicamente, sobre alternativas de producción más limpia (P+L), técnicas de economía circular y ecoeficiencia, de manera que estas actividades generen menos impactos a los recursos y en especial al hídrico superficial de la subcuenca del río La Paz.

\*\*En las renovaciones se puede optar sistemas eficientes, que permiten la racionalización del agua empleada para abastecimiento de consumo humano, dentro de estas alternativas se siguieren los mingitorios secos, los lavabos de pedal, los excusados eficientes y los orinales secos de manera que se brinde un uso racional del agua, propiciando la conservación en cantidad del río La Paz.

\*\*\* Dicha política puede mantener medidas simples como lo son la utilización de bombillas LED, el apagado de las luces y el aprovechamiento de la luz natural. Además, en el caso de nuevas construcciones o renovaciones se insta a la preferencia de electrodomésticos eficientes energéticamente, así como estrategias de climatización e iluminación pasiva, como los jardines internos y los invernaderos adosados.

## Gestión de los residuos sólidos.

**Cuadro 12.** Recomendaciones generales para la gestión de los residuos sólidos, eje tres

<b>Medida Ambiental</b>	<b>Responsable</b>	<b>Legislación asociada</b>
Dar una adecuada separación y clasificación a los residuos*	MinSa, Gobierno Local, MINAE, Desarrollador	Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos N°8839. Artículos 38 y 39.
Es recomendable la adecuada separación y gestión de los residuos sólidos especiales**	MinSa, Gobierno Local, MINAE, Desarrollador	Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos N°8839. Artículo 44.
Se fomenta el aprovechamiento y uso eficiente de los residuos***	MinSa, Gobierno Local, MINAE, Desarrollador	Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos N°8839. Artículo 38
Incentivar la elaboración de abonos orgánicos para todos los sectores socio productivos. Utilizando los residuos orgánicos generados	MinSa, Gobierno Local, MINAE, Desarrollador	Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos N°8839
Se propone la implementación de una política para el rechazo de plástico de un solo uso en el sector turismo de conservación. Impidiendo la entrada a las áreas de conservación de estos.	MinSa, Gobierno Local, MINAE, Desarrollador	Ley para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos N°8839

Fuente: Elaboración propia, 2021.

\* Es importante la separación de los residuos desde la fuente para ser entregados a los gestores correspondientes, así como propiciando la reducción en la generación de residuos.

\*\* Utilizando contenedores etiquetados, llevando un control de su generación y presentando informes semestrales al Ministerio de Salud, de manera que se eviten potenciales afectaciones al ecosistema y la salud humana

\*\*Mediante la implementación de técnicas de producción más limpia y manejo integral de los residuos, por ejemplo, aplicando técnicas de economía circular y ecoeficiencia.



**Figura 7.** Ejemplo de cartel sobre manejo de residuos sólidos en el Parque Nacional Cahuita.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Mediante la aplicación de estas medidas, se espera no únicamente la prevención en la contaminación del río La Paz con residuos sólidos, sino una toma de conciencia, así como el fortalecimiento ético que conlleven a un mayor respeto de los recursos naturales que representan insumos para la sobrevivencia de nuestra especie en el planeta.

### **III Etapa Validación de la Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del Recurso Hídrico Superficial del río La Paz.**

La tercera y última etapa de la presente propuesta tiene como objetivo la validación del trabajo elaborado mediante la realización de dos grupos focales donde se presente la propuesta a actores sociales de proyecto y expertos en el tema de Gestión Ambiental del recurso hídrico. El objetivo de estas actividades es que las personas participantes pueden, desde sus distintos conocimientos y áreas de estudio pueda ofrecer su punto de vista, así como transmitir oportunidades de mejora para el contenido de esta.

El proceso de validación se realizó mediante dos talleres, uno virtual y otro presencial. La actividad virtual se desarrolló con expertos en el tema de gestión ambiental del recurso hídrico, al cual asistieron cinco en total, brindando recomendaciones técnicas y éticas que fueron de gran utilidad para la ejecución de la propuesta expuesta. Con respecto a la actividad presencial, se llevó a cabo con cinco miembros de la Asociación de Desarrollo Comunal de La Paz, quienes, desde su perspectiva de habitantes de la zona, expresaron que el trabajo realizado se encuentra aterrizado a las principales problemáticas ambientales que enfrenta la subcuenca del río La Paz.

Si bien, únicamente se tuvo una asistencia de diez personas en total, cuando se esperaban veinte participantes, se mantuvo una audiencia muy participativa, que brindó excelentes puntos de vista, recomendaciones y oportunidades de mejora que fueron de utilidad para mejorar la propuesta de Plan de Gestión Ambiental.

Una vez integradas las recomendaciones obtenidas mediante la ejecución de los dos grupos focales, se elaboró la versión final de la propuesta de plan de gestión ambiental, la cual fue presentada en los párrafos anteriores.

### **Gobernanza del Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz**

La presente propuesta, se inició con la intención de realizar un plan piloto de una metodología para la conservación del recurso hídrico superficial, de manera que fuera replicable en otras cuencas hidrográficas de interés, por parte de la Alianza Nacional de Ríos y Cuencas, organización que respalda y supervisa el presente estudio.

Con lo que respecta a la gobernanza del plan de gestión ambiental elaborado para la subcuenca del río La Paz, es importante mencionar que este se encuentra dirigido a las personas desarrolladoras de actividades socio productivos, que, en ausencia de una adecuada gestión ambiental, pueden llegar a comprometer la calidad del ecosistema en estudio. Si bien esta propuesta de plan se encuentra dirigido a las personas productoras, no se pretende fijar toda la responsabilidad sobre ellos, sino, en su eventual puesta en práctica, se pretende que exista un acompañamiento por parte de la Alianza Nacional de Ríos y Cuencas, operando desde los Observatorios Ciudadanos del Agua (OCA), Asociaciones de Desarrollo Comunal y Comités de Bandera Azul Ecológica, quienes, con el involucramiento para la supervisión,

asesoramiento y apoyo financiero de la Municipalidad de San Ramón, El Instituto de Desarrollo Rural (INDER), el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), La Dirección de Aguas, el Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados (AyA) y el Ministerio de Salud Pública (MinSa), pueden implementar el Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz elaborado, en miras de brindar continuidad al aprovechamiento responsable y seguro de los servicios ecosistémicos del río La Paz.

Adicionalmente, en vista de que la propuesta se encuentra elaborada para un área geográfica muy amplia, que comprende varias comunidades y, a su vez, no se encuentran formalmente dispuestas las responsabilidades de cada uno de los actores de proyecto, es recomendable, en una eventual ejecución del Plan de Gestión Ambiental, solicitar la conformación de una Comisión Mixta de Monitoreo y Control Ambiental (COMIMA). Las Comisiones Mixtas de Monitoreo y Control Ambiental son un instrumento de control y seguimiento ambiental que se encuentra dispuesto en el Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N°31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, que estipula que, de aprobarse su conformación, se designará un funcionario de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), un representante del gremio productor, un representante de la Municipalidad y un representante de las organizaciones comunales de la comunidad en cuestión, además menciona que, las personas miembros de la COMIMA brindarán sus servicios ad honorem y por el plazo en el que se ejecute la actividad o en este caso, plan de gestión ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz (RN°31849/2004). Mediante la conformación de una COMIMA, cada parte tendrá conocimiento de las responsabilidades que debe desempeñar, evitando problemáticas de diversas índoles que puedan comprometer la puesta en marcha del plan de gestión ambiental.

Como reflexiones finales, cabe mencionar que esta propuesta de plan pretende incentivar la continuidad en el aprovechamiento responsable y seguro de los servicios ecosistémicos que el río La Paz y el río Barranca ofrece a los cantones de San Ramón y Palmares, de manera que se asegure la mejora continua en las actividades de aprovechamiento que se desarrollan a lo largo de la cuenca del río Barranca. Y finalmente, si bien el proceso de elaboración de la propuesta se encuentra concluido, se seguirá trabajando de manera voluntaria con las comunidades de la subcuenca del río La Paz para preservar y mejorar la salud del este ecosistema.

## Referencias Bibliográficas

Asamblea legislativa de la República de Costa Rica. Ley N°7575 Forestal/1995, de 4 de octubre, de establecimiento de las regulaciones del recurso forestal. Disponible en: <[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=41661&nValor3=94526](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=41661&nValor3=94526)>

Asamblea legislativa de la República de Costa Rica. Ley N°8839 para la gestión integral de los residuos/2010, de 24 de junio, sobre la gestión de residuos sólidos. Diario Oficial la Gaceta, 16 de agosto de 2016, núm.135. Disponible en:<[https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=68300&nValor3=83024&strTipM=TC](https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=68300&nValor3=83024&strTipM=TC)>

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. Ley N°7447 Ley de regulación del uso racional de la energía/1994, 03 de noviembre, sobre regulación del uso racional de energía. Disponible en:<[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=24436&nValor3=94042&param2=1&strTipM=TC&lResultado=9&strSim=simp](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=24436&nValor3=94042&param2=1&strTipM=TC&lResultado=9&strSim=simp)>

Banco Interamericano de Desarrollo y Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2018). Proceso Regional de las Américas Foro Mundial del Agua 2018 N°5. Washington, USA. Disponible en<[https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/informe\\_regional\\_america\\_latina\\_y\\_caribe.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/informe_regional_america_latina_y_caribe.pdf)>

Bautista, L. (2020). Adaptación del sistema de campa profunda en el desempeño de cerdos de engorde: Revisión de Literatura. Tesis de licenciatura no publicada. Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana. Disponible en<<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6858/1/CPA-2020-T020.pdf>>

Herrera, J., Rojas, F., Anchía, D. (2016). Tasa de generación y caracterización de residuos sólidos ordinarios en cuatro municipios del área metropolitana Costa Rica. Geografía de América Central, 2(57), 235-260. Disponible en<<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/8902/10203>>

Medina, C. (2016). Efectos de la compactación de suelos por el pisoteo de animales, en la productividad de los suelos. Remediaciones. Revista Colombiana Ciencia Administrativa. 8 (1), 88-93. Disponible en<<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/implicaciones-del-pisoteo-de-animales-en-la-productividad>>

Presidente de la República, ministro de ambiente y energía y ministro de salud. Reglamento N°33601 de vertido y reúso de aguas residuales/2006, de 09 de agosto, sobre vertido y reúso de aguas residuales. Diario Oficial La Gaceta, 19 de marzo de 2007. Núm.55. Disponible en:<

[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59524&nValor3=83250](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59524&nValor3=83250)>

Presidente de la República, ministro de Salud y ministro de Ambiente y Energía. Reglamento N°42075-S-MINAE para la disposición al subsuelo de aguas residuales ordinarias tratadas Potable/2019, de 12 de noviembre, sobre vertido de aguas residuales. Disponible en:<  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=91043](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=91043)>

Presidente de la República, Ministerio de Salud Y ministro de Ambiente y Energía. Reglamento N°39887 de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales/2016, de 18 de abril, sobre Aprobación de Sistema de tratamiento. Disponible:<  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=82487&nValor3=105490&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=82487&nValor3=105490&strTipM=TC)

Presidente de la República, ministro de Ambiente y Energía, ministra de Salud, ministro de Obras Públicas y Transporte, ministro de Agricultura y Ganadería y Ministerio de Economía, Industria y Comercio. Reglamento General sobre Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) N°31849/2004, de 24 de mayo, sobre evaluación de impacto ambiental. Sistema Costarricense de Información Jurídica. Disponible en:<  
[http://www.pgrweb.go.cr/SCIJ/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=53029&nValor3=93389&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/SCIJ/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=53029&nValor3=93389&strTipM=TC)>

Anexo 11. Evidencias de algunos de los apuntes de campo realizados durante las visitas a la zona de estudio.

Bajo La Paz. FECHA 9, 09, 21

Con la finalidad de recopilar información para el estudio de factibilidad social, se realizaron entrevistas a los comercios, la soda Flory, el centro turístico La Paz, y pesca de truchas Carnucha.

FECHA 25, 04, 2021 Bajo La Paz

Se realizó un reconocimiento del río como tal, visitando la zona donde los vecinos distribuyen el agua, caseros, realizados cerca de la zona al río y los principales hoteles.

FECHA 29, 01, 21 La Paz - Bajo La Paz

Se realizó un reconocimiento al sitio de estudio en compañía de Silvia Chassoul, académica de la Universidad de Costa Rica, sede Occidente, quien se encuentra laborando con la Alianza Nacional de ríos y cuencas.

Fuente: Elaboración propia, 2021-2022

Anexo 12. Invitación al taller virtual para la validación de la propuesta de plan de gestión ambiental

Invitación:

**Taller: Validación de Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz, San Ramón, Alajuela.**

Fecha: Jueves 20 de enero 2022  
Hora: 6: 30 pm  
Plataforma: Zoom.



Actividad virtual  
Expositora: Diana Kopper Álvarez

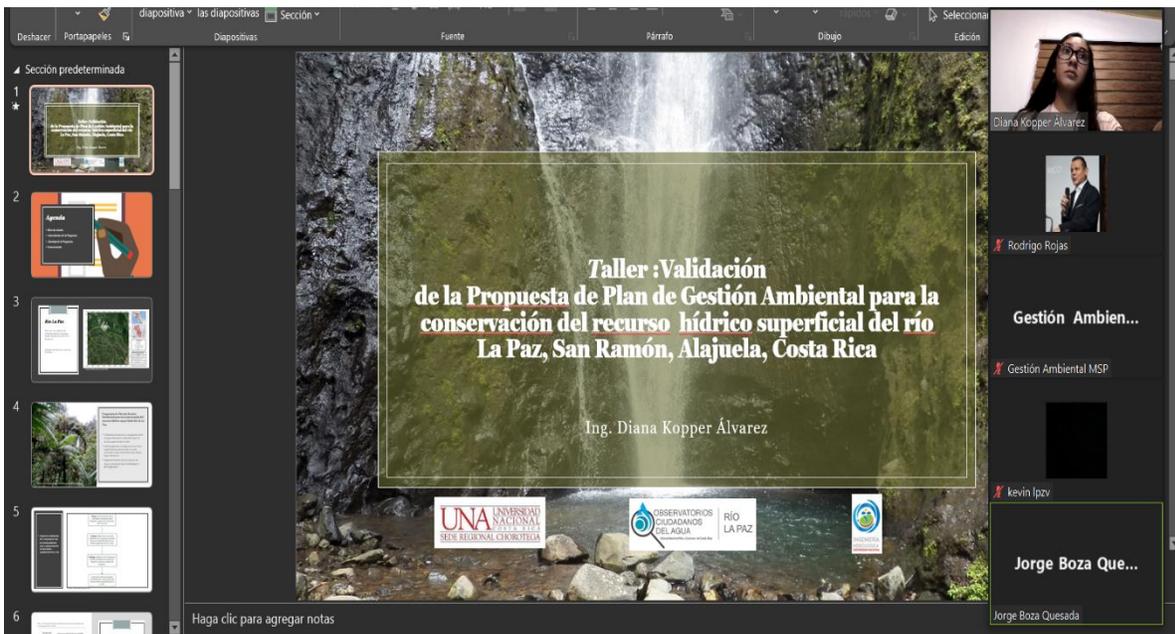
Fuente: Elaboración propia, 2022

Anexo 13. Panfleto digital entregado a los miembros participantes del taller presencial para la validación de la propuesta de Plan de Gestión Ambiental

<p><b>Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación del recurso hídrico superficial del río La Paz</b></p> <p>Ing. Diana Kopper Álvarez</p>  <p>2022</p>	<p><b>Sectores:</b>                  Pecuario                  Turismo                  Agrícola                  Industrial                  Aprovechamiento                  Urbanístico y comercial</p>  <p><b>Propuesta de Plan de Gestión Ambiental para la conservación de la subcuenca del río La Paz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguas Residuales Generadas en la subcuenca del río La Paz</li> <li>• Gestión del Agua para consumo humano</li> <li>• Gestión integrada del recurso hídrico</li> </ul> <p>Gestión de Riesgos                  Educación Ambiental                  Gestión de Residuos sólidos</p>	<p><b>Aguas residuales generadas en la subcuenca</b></p> <p>Sector pecuario: Granjas Avícolas, Porcinas y Bovinas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de abono orgánico utilizando excretas</li> <li>• Implementación de Biodigestor en granjas pequeñas y a mayor escala</li> <li>• Utilización de camas secas o profundas para el manejo de las excretas de cerdos</li> </ul> <p>Sector Turismo: de conservación y rural</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar todas las aguas generadas al tanque séptico, así como brindar buen mantenimiento</li> <li>• Usar productos de limpieza e higiene amigables con el ambiente</li> <li>• Recolectar aceite usado de la cocina</li> <li>• Implementar biojardineras en cabañas, así como para el cultivo de tilapias.</li> </ul> <p>Sector agrícola:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar abonos, pesticidas y plaguicidas orgánicos</li> <li>• Emplear control biológico de plagas</li> <li>• Implementar sistemas silvopastoriles</li> <li>• Utilizar técnicas de producción más limpia</li> </ul>
<p>Sector Industrial: Trapiche Tradicional</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar biojardineras para aguas mieles de lavado.</li> </ul> <p>Sector Urbanístico y comercial</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enviar todas las aguas generadas al tanque séptico, así como brindar buen mantenimiento</li> <li>• Usar productos de limpieza e higiene amigables con el ambiente</li> <li>• Recolectar aceite usado de la cocina</li> <li>• Utilizar biojardineras en proyectos habitacionales</li> <li>• Un acompañamiento por parte del GL para la mejor gestión de las AR.</li> </ul> 	<p><b>Gestión del Agua para Consumo humano</b></p> <p>Sector Pecuario: Ganadería</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respetar el área de protección del río</li> <li>• Implementar sistemas silvopastoriles</li> </ul> <p>Sector Turismo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respetar el área de protección del río</li> <li>• Brindar educación ambiental para evitar la tala de árboles</li> <li>• Brindar educación ambiental para evitar el derrame de residuos al río La Paz.</li> </ul> <p>Sector Aprovechamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar procesos de reforestación</li> <li>• Respetar el área de protección del río</li> <li>• Monitorear la adecuada captación del agua</li> <li>• Monitoreo de actividades que se realizan cerca de la toma de agua</li> </ul> 	<p><b>Gestión Integrada del recurso hídrico</b></p> <p>Gestión de Riesgos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respetar el área de protección del río</li> <li>• Brindar educación ambiental para la conservación</li> <li>• Fomentar medidas de mitigación y adaptación a la variabilidad climática</li> </ul> <p>Educación Ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charlas sobre la importancia de la conservación del río.</li> <li>• Brindar educación sobre separación de residuos</li> <li>• Brindar talleres de elaboración de abonos, manejo de aguas residuales en los hogares</li> <li>• Generar conciencia sobre el uso racional de los recursos</li> <li>• Aprovechar agua de lluvia</li> </ul> <p>Gestión de los residuos sólidos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brindar una adecuada separación y disposición de los residuos</li> <li>• Brindar manejo adecuado y seguro de los residuos especiales</li> <li>• Realizar abonos utilizando los residuos orgánicos</li> <li>• Implementación de una política de "0 plástico"</li> </ul>

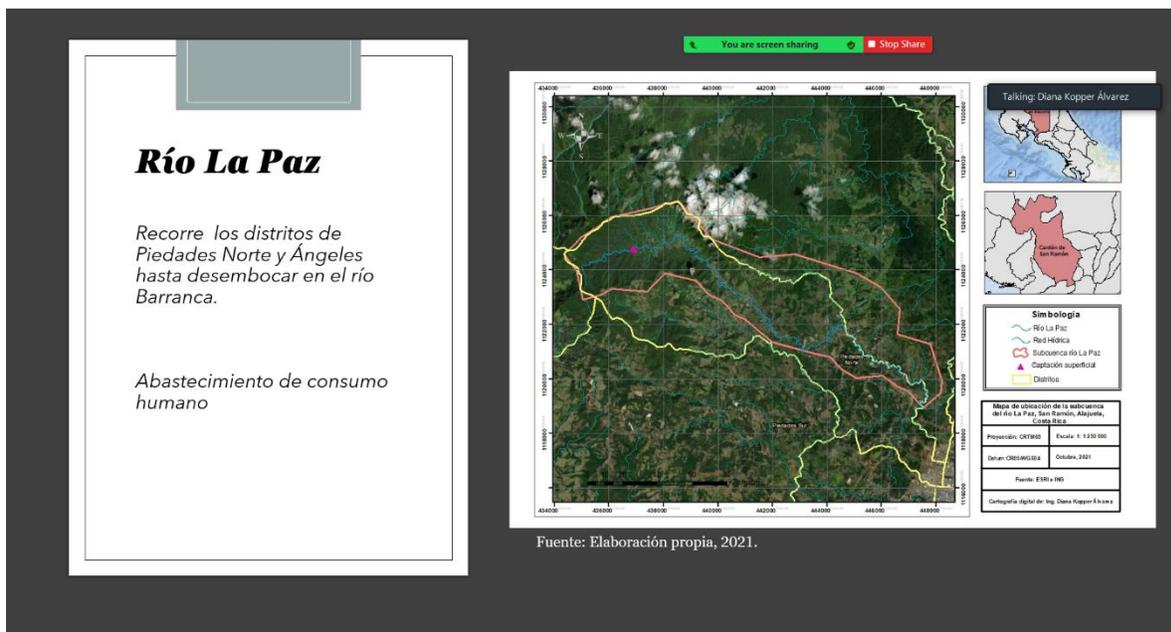
Fuente: Elaboración propia, 2022

Anexo 14. Evidencia de la elaboración del taller virtual con expertos en el tema de gestión ambiental del recurso hídrico



Fuente: Elaboración propia, 2022

Anexo 15. Evidencia de la elaboración del taller virtual con expertos en el tema de gestión ambiental del recurso hídrico



Fuente: Elaboración propia, 2021.

Fuente: Elaboración propia, 2022

Anexo 16. Evidencia de la elaboración del taller presencial con la Asociación de Desarrollo Comunal de La Paz.



Fuente: Elaboración propia, 2022

Anexo 17. Evidencia de la elaboración del taller presencial con la Asociación de Desarrollo Comunal de La Paz



Fuente: Elaboración propia, 2022

Anexo 18. Carteles elaborados como material de apoyo para el grupo focal realizado con actores clave del proyecto.

**Gestión Integrada del recurso hídrico superficial**

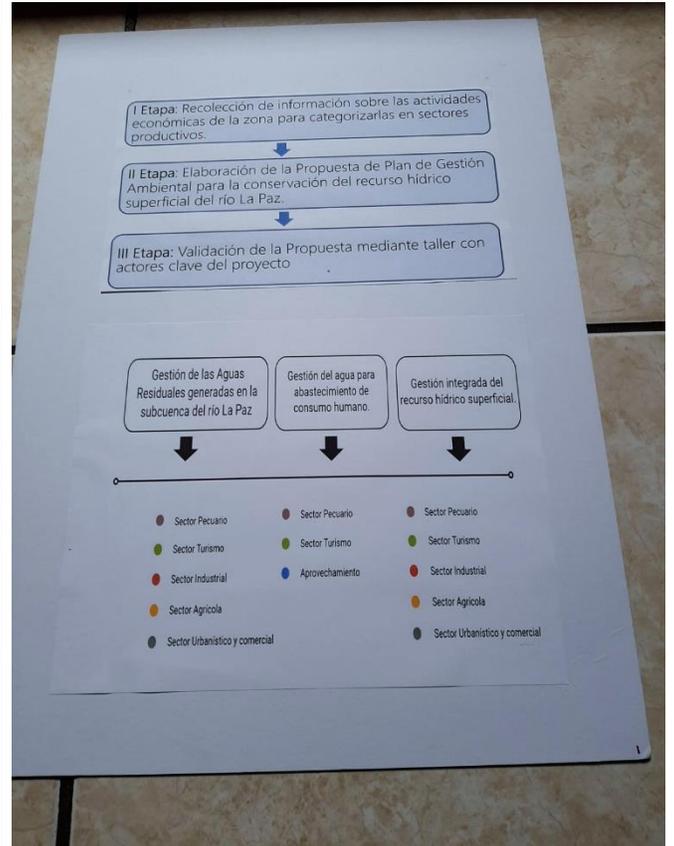
**Gestión del Agua para Abastecimiento de consumo**

**Gestión de las Aguas Residuales**

Sector Pecuario		Sector Turismo	
Actividad Socio-productiva	Medida Ambiental	Actividad Socio-productiva	Medida Ambiental
Granjas avícolas, porcícolas y bovinas a pequeña escala	Elaboración de abonos orgánicos a partir de estiércol de la granja.	Turismo de Conservación	Evitar la contaminación de las aguas al manejar los residuos sólidos.
Granjas avícolas, porcícolas y bovinas a mediana escala	Implementación de sistemas de flujo continuo para el manejo de excretas y procesamiento de gas generado.	Turismo de Conservación, Sotobosques y restaurantes	Recolección de aceites empleados en la cocina y fregarlos para su aprovechamiento en la elaboración de jabones, jabones, entre otros.
Granjas avícolas, porcícolas y bovinas a gran escala	Es recomendable integrar un Budgetario Técnico de flujo que permita aprovechar el gas metano generado.	Turismo de conservación, Alojamiento	En el caso de cubetas para alojamiento, se sugiere la construcción de una bioarena para el tratamiento de las aguas grises generadas.
Granjas porcícolas	Se sugiere la utilización de canales verticales profundos para el manejo de las excretas de cerdos.	Turismo de Conservación	Se recomienda el uso de productos de limpieza e higiene personal amigables con el ambiente.

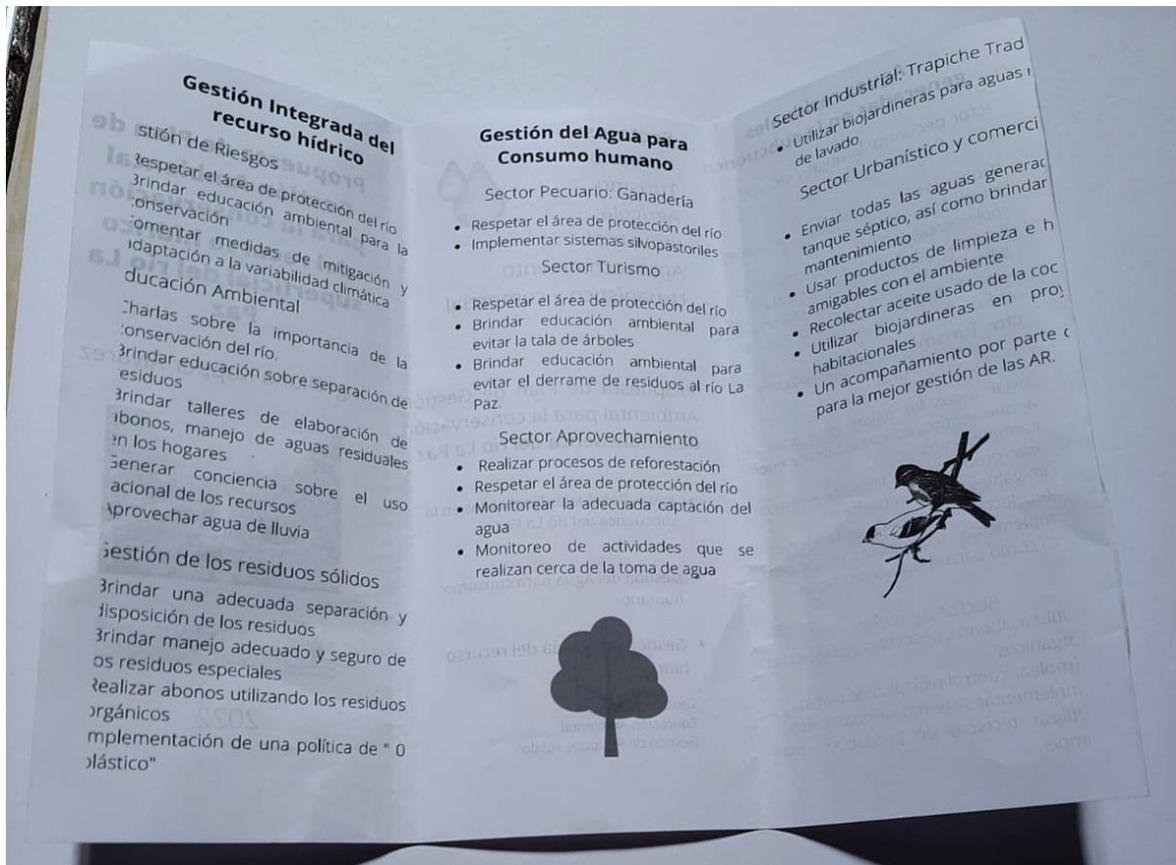
  

Sector Agrícola		Sector Turismo Rural	
Actividad Socio-productiva	Medida Ambiental	Actividad Socio-productiva	Medida Ambiental
Agricultura tradicional	Emprego de herbicidas y plaguicidas amigables con el ambiente, de manera que se pueda disminuir el uso de agroquímicos.	Turismo Rural: Centro Campesino	Asegurar el envío de la totalidad de las aguas residuales generadas a la fosa séptica del centro campesino.
Agricultura tradicional	Implementar el control biológico.	Turismo Rural: Centro Campesino	Es recomendable el acopio del aceite e grasa empleados en la cocina.
Agricultura tradicional	Fomentar la utilización, así como elaboración de abonos orgánicos, lombricomposta, takakura.	Turismo Rural: Centro Campesino	Se sugiere el adecuado mantenimiento de la fosa séptica.
Agricultura a mayor escala	Implementar técnicas de producción más limpias (P+L) y ecoeficientes, esto en el caso de la producción a mediana y gran.	Turismo Rural: Centro Campesino	Se recomienda el uso de productos de limpieza e higiene personal amigables con el ambiente.
Agricultura a mayor escala	Evitar los monocultivos implementando sistemas agroforestales.	Turismo Rural: Cultivo de Truchas y Tapias	Debes implementar otro sistema de tratamiento de las aguas de tipo especial, Bioreactor.



Fuente: Elaboración propia, 2022

Anexo 19. Evidencia del panfleto entregado durante el taller presencial de validación de la PPGA.



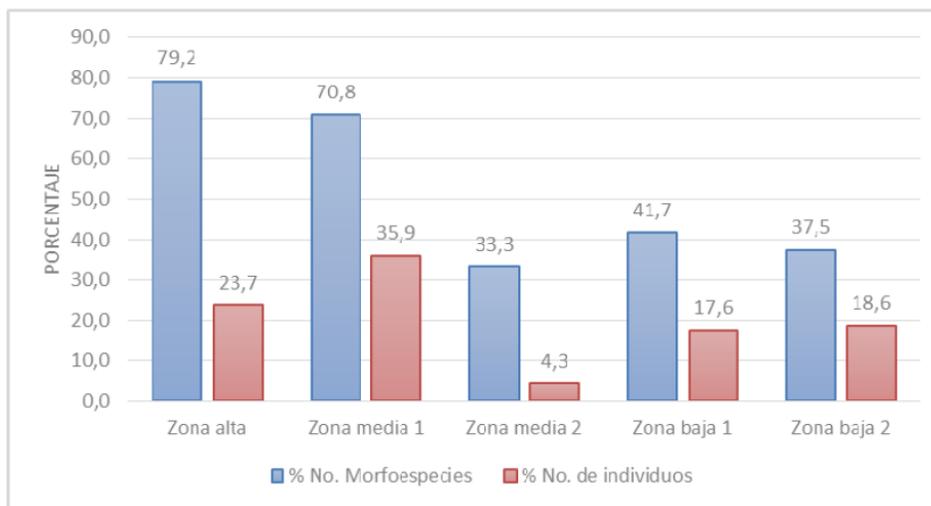
Fuente: Elaboración propia, 2022

Anexo 20. Principales resultados encontrados por Rodríguez (2017) durante el estudio que realizó en la subcuenca del río La Paz

Sitio/Variable	Temperatura promedio del agua	Turbidez del agua	Velocidad promedio del agua
Zona alta	14 °C	Aguas cristalinas	1,5 m/s
Zona media 1	16 °C	Turbidez baja. Se observan sedimentos sobre las rocas.	1,1 m/s
Zona media 2	15 °C	Turbidez media. Se observan abundantes sedimentos sobre las rocas.	0,9 m/s
Zona baja 1	15 °C	Turbidez baja. Se observan sedimentos sobre las rocas.	1,0 m/s
Zona baja 2	15,5 °C	Turbidez media. Se observan abundantes sedimentos sobre las rocas.	0,8 m/s

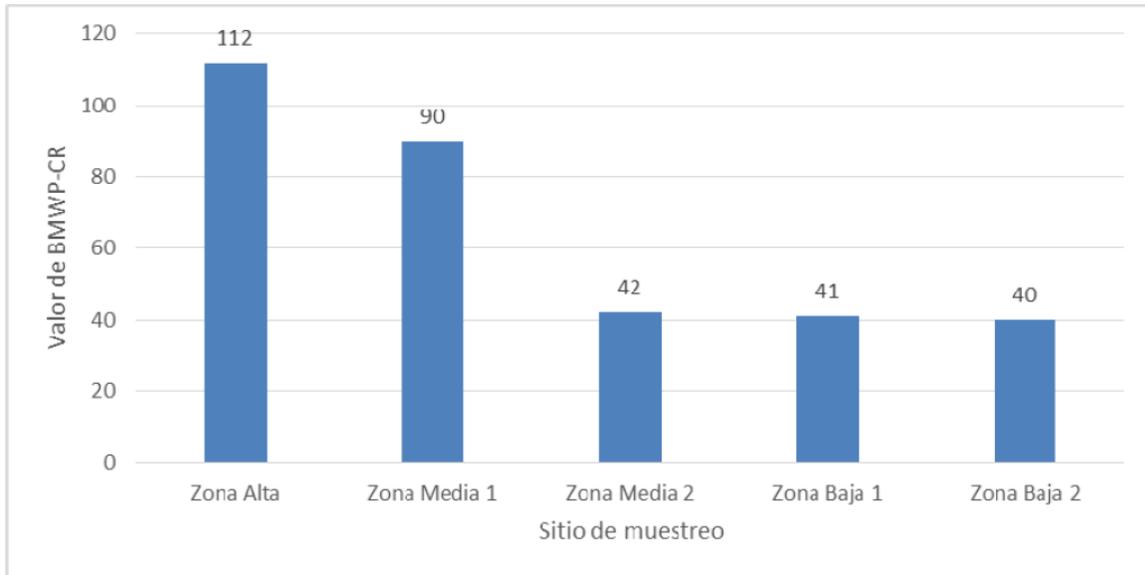
Fuente: Rodríguez, 2017

Anexo 22. Principales resultados encontrados por Rodríguez (2017) durante el estudio que realizó en la subcuenca del río La Paz



Fuente: Rodríguez, 2017

Anexo 22. Principales resultados encontrados por Rodríguez (2017) durante el estudio que realizó en la subcuenca del río La Paz



Fuente: Rodríguez, 2017

Anexo 23. Principales resultados encontrados por Siles (2020) durante el primer muestreo que realizó en la subcuenca del río La Paz

Parámetro	Incertidumbre	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Valor recomendable <sup>(a)</sup>
Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	$\pm 0,1$	$43,5 \pm 0,1$	$47,80 \pm 0,01$	$53,3 \pm 0,1$	$<400^*$
Sólidos disueltos totales (mg/L)	$\pm 1$	21	23	26	$<250$
Salinidad (g/L)	$\pm 0,1$	0,0	0,0	0,0	(c)
Oxígeno disuelto (mg/L)	$\pm 0,2$	$8,5 \pm 0,1$	$8,2 \pm 0,1$	$8,1 \pm 0,1$	(c)
Porcentaje de saturación de oxígeno (%)	$\pm 1$	93	91	90	(c)
Turbidez (NTU)	$\pm 0,1$	$1,3 \pm 0,2$	$26,1 \pm 1,5$	$79,9 \pm 0,8$	$<25$
Alcalinidad total (mg/L $\text{CaCO}_3$ )	$\pm 0,3$	$17,0 \pm 0,3$	$23,9 \pm 0,3$	$30,7 \pm 0,3$	(c)
$\text{HCO}_3^-$ (mg/L)	$\pm 0,3$	10,1	14,4	18,7	(c)
$\text{Cl}^-$ (mg/L)	$\pm 0,1$	2,1	2,7	2,6	$<100$
$\text{NO}_2^-$ (mg/L)	$\pm 0,01$	$<0,54$	$<0,54$	$<0,54$	$0,1 \text{ o } 3,0^*$
$\text{NO}_3^-$ (mg/L)	$\pm 0,3$	1,3	2,0	2,1	$<5$
$\text{SO}_4^{2-}$ (mg/L)	$\pm 0,5$	8,0	5,4	5,2	$<150$
$\text{Na}^+$ (mg/L)	$\pm 0,02$	2,13	2,51	2,65	$25-200^*$
$\text{K}^+$ (mg/L)	$\pm 0,06$	0,75	1,35	1,81	$<10^*$
$\text{Ca}^{2+}$ (mg/L)	$\pm 0,04$	4,53	4,50	5,01	$100^*$
$\text{Mg}^{2+}$ (mg/L)	$\pm 0,02$	0,99	1,41	1,59	$30, <50^*$
Cu (mg/L)	$\pm 0,01$	ND	ND	ND	$<0,5$
As (mg/L)	$\pm 0,002$	ND	ND	ND	$<0,01$
Fe (mg/L)	NR	NR	NR	NR	$<0,2^*$

Fuente: Siles, 2020.

Anexo 24. Principales resultados encontrados por Siles (2020) durante el segundo muestreo que realizó en la subcuenca del río La Paz

Parámetro	Incertidumbre	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Valor recomendable (a)
Temperatura (°C)	± 0,1	18,8	20,8 ± 0,1	21,1 ± 0,1	(b)
pH	± 0,01	6,2 ± 0,3	6,38 ± 0,3	6,71 ± 0,06	6,5-8,5
Conductividad eléctrica (µS/cm)	± 0,1	36,6 ± 0,2	39,3 ± 0,06	46,6 ± 1	<400*
Sólidos disueltos totales (mg/L)	± 1	17,5 ± 0,1	19	23	<250
Salinidad (g/L)	± 0,1	0,0	0,0	0,0	(c)
Oxígeno disuelto (mg/L)	± 0,2	7,57 ± 0,04	7,9 ± 0,7	6,9 ± 0,3	(c)
Porcentaje de saturación de oxígeno (%)	± 1	95	103	88	(c)
Turbidez (NTU)	± 0,1	1,6 ± 0,3	6,7 ± 0,03	12,0 ± 0,4	<25
Alcalinidad total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	± 0,6	14,0 ± 0,2	25,3 ± 0,5	33,0 ± 0,3	(c)
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	± 0,3	8,6 ± 0,1	15,4 ± 0,3	20,1 ± 0,2	(c)
Cl <sup>-</sup> (mg/L)	± 0,6	3,1 ± 0,4	12,9 ± 1,7	11,1 ± 5,5	<100
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	± 0,3	1,3 ± 0,2	1,7 ± 0,1	2,7 ± 0,4	<5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	± 0,2	7,6 ± 0,3	5,3 ± 0,1	6,9 ± 0,8	<150
Na <sup>+</sup> (mg/L)	± 0,7	2,3 ± 0,2	2,8 ± 0,02	2,7 ± 0,7	25-200*
K <sup>+</sup> (mg/L)	± 0,1	1,1 ± 0,1	0,7 ± 0,1	1,5 ± 0,1	<10*
Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	± 0,2	4,5 ± 0,6	4,4 ± 0,1	4,1 ± 1	100*
Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	± 0,2	1,2 ± 0,01	1,3 ± 0,02	1,4 ± 0,003	30, <50*
Cu (mg/L)	± 0,01	ND	ND	ND	<0,5
As (mg/L)	± 0,002	ND	ND	ND	<0,01
Fe (mg/L)	± 0,01	ND	0,10 ± 0,01	0,11 ± 0,01	<0,2*

Fuente: Siles, 2020