

**Diagnóstico de las Condiciones Sanitarias en la Parte Media Cuenca del Río Molino**  
**Popayán - Cauca, Colombia**

Presentado por

Daniel Alejandro Jaramillo Concha

Tutor

William James Tandioy MSc

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Medio Ambiente ECAPMA

Tecnología en Saneamiento Ambiental

2026

## Tabla de contenido

Introducción .....	8
Justificación .....	9
Objetivos.....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos específicos .....	10
Plan de trabajo.....	11
Fase 1: Caracterización de las condiciones de saneamiento básico en la cuenca media del río Molino. ....	11
Fase 2: Identificación de las actividades socioeconómicas en la parte media de la cuenca río Molino .....	11
Fase 3: Estrategias de manejo ambiental .....	11
Metodología .....	12
Parámetros para los muestreos de Macroinvertebrados.....	13
Sectores de muestreo de Macroinvertebrados en la Parte Media de la Cuenca del Río Molino.....	14
Sector El Sendero:.....	14
Sector Pata de Venado: .....	15
Sector la Honda:.....	16
Resultados .....	17
Muestreo de Macroinvertebrados para Determinar la Calidad del Agua en la Afluente Sector El Sendero:.....	17

Muestreo de Macroinvertebrados para Determinar la Calidad del Agua en la Afluente Sector Pata de Venado .....	25
Muestreo de Macroinvertebrados para Determinar la Calidad del Agua en el Sector La Honda.....	33
Caracterización de las Condiciones Sociales, Ambientales y de Saneamiento Básico en la Parte Media de la Cuenca del Río Molino. ....	41
Discusión.....	52
Conclusiones.....	54
Referencias.....	56
Anexos .....	59
Entrevista .....	59

## Lista de figuras

Figura 1 Cartografía de la cuenca media del Río Molino.....	12
Figura 2 Puntos de muestreos parte baja, media y alta en la Afluente El Sendero .....	15
Figura 3 Puntos de muestreos parte alta y baja de la Afluente Pata de Venado.....	15
Figura 4 Puntos de muestreos parte alta y baja de la Afluente La Honda.....	16
Figura 5 Primer muestreo en la parte baja de la Afluente El Sendero.....	17
Figura 6 Segundo muestreo en la parte media de la Afluente El Sendero .....	18
Figura 7 Tercer muestreo en la parte alta de la Afluente El Sendero.....	19
Figura 8 Primer muestreo en la parte baja de la Afluente Pata de Venado.....	26
Figura 9 Segundo muestreo en la parte alta de la Afluente Pata de Venado.....	27
Figura 10 Primer muestreo en la parte baja de la Afluente La Honda.....	34
Figura 11 Segundo muestreo en la parte alta de la Afluente La Honda.....	35
Figura 12 Encuesta de Saneamiento Básico.....	42
Figura 13 Capacitaciones de Educación Ambiental.....	44
Figura 14 Caracterización de los habitantes en las veredas Santa Bàrbara y Sendero .....	45
Figura 15 Caracterización de los habitantes en las veredas Santa Bàrbara y Sendero.....	45
Figura 16 Tipo de vivienda en las veredas Santa Bàrbara y Sendero.....	46
Figura 17 Áreas de los predios en las veredas El Sendero y Santa Bàrbara.....	46
Figura 18 Sistemas productivos en las veredas Santa Bàrbara y Sendero.....	47
Figura 19 Servicios públicos en las veredas Santa Bàrbara y Sendero.....	47
Figura 20 Suministro del Servicio de Agua en las Veredas Santa Bàrbara y Sendero.....	48
Figura 21 Sistemas de Captaciòn de agua en las Veredas Sendero y Santa Bàrbara.....	49
Figura 22 ¿Còmo gestionan las Aguas Residuales en las Veredas Sendero y Santa Bàrbara.....	49

Figura 23 Vertimientos de Agua Residuales en las Veredas Sendero y Santa Bàrbara.....	50
Figura 24 Sistema de Tratamiento de Agua Residuales en las Veredas Sendero y Santa Bàrbara.....	50
Figura 25 Número de Habitantes por casa en las Veredas El Sendero y Santa Bàrbara.....	51

### Lista de tablas

Tabla 1 Puntajes de familia de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col.....	20
Tabla 2 Calidad biológica del agua -índice BMWP/Col .....	21
Tabla 3 Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos.....	22
Tabla 4 Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos.....	23
Tabla 5 Puntajes de familia de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col.....	29
Tabla 6 Calidad biológica del agua – índice BMWP/Col.....	30
Tabla 7 Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos.....	31
Tabla 8 Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos.....	32
Tabla 9 Puntajes de familia de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col.....	36
Tabla 10 Calidad biológica del agua – índice BMWP/Col.....	37
Tabla 11 Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos.....	38
Tabla 12 Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos.....	39

## Resumen

Este estudio se desarrolló en la parte media de la cuenca del río Molino con el objetivo de evaluar la calidad del agua y analizar los factores ambientales y socioeconómicos que inciden sobre este recurso. La valoración ecológica se realizó mediante el análisis de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, lo que permitió determinar el estado ambiental de los afluentes El Sendero, Pata de Venado y La Honda, ubicados en veredas con alta densidad poblacional y donde se encuentran bocatomas que abastecen acueductos rurales. Complementariamente, se elaboró una cartografía ambiental para identificar usos del suelo e intervenciones antrópicas en la cuenca. Asimismo, se aplicaron instrumentos como encuestas de saneamiento básico y entrevistas para caracterizar las dinámicas sociales y económicas del territorio, evidenciando un manejo inadecuado de aguas residuales y otras prácticas que presionan el recurso hídrico. Finalmente, se implementó una estrategia de educación ambiental orientada a sensibilizar y capacitar a la comunidad mediante reuniones, espacios de diálogo y actividades formativas, promoviendo la protección y conservación del agua en la cuenca media del río Molino.

***Palabras claves:*** Bioindicadores, calidad del agua, evaluación ecológica, saneamiento básico, usos del suelo.

## **Introducción**

El diagnóstico de la calidad del agua en la cuenca media del río Molino, a través de bioindicadores, es de suma importancia, dado que este territorio presenta condiciones ambientales y sociales relevantes para el municipio de Popayán, por su aporte al abastecimiento hídrico, la conservación de la biodiversidad y el sostenimiento de las poblaciones urbanas y rurales allí establecidas. Por esta razón, se priorizó la realización de muestreos en esta zona, considerando la cantidad de población que se beneficia de estas fuentes hídricas y el impacto de diversas actividades antrópicas, como la agricultura, la ganadería y la expansión urbana, que comprometen la salud pública al alterar la calidad del agua mediante distintos vertimientos. De allí surge la necesidad de determinar el estado actual de estos afluentes, con el propósito de sensibilizar y contribuir a la mitigación de dichos impactos.

Se propone identificar las condiciones sanitarias de la cuenca media del río Molino asociadas a la actividad antropogénica y, de esta manera, analizar el deterioro de la biodiversidad de los afluentes y de la cuenca en estudio. Los resultados obtenidos a partir de la metodología basada en caracterización de macroinvertebrados, las encuestas y el análisis descriptivo correspondiente, aportan al diagnóstico de la cuenca media del río Molino y constituyen un insumo técnico para la gestión y protección del recurso hídrico en esta área de estudio.

## **Justificación**

El río Molino nace a los 2800 m.s.n.m, en las estribaciones de la cadena volcánica de los Coconúcos y se constituye en la principal fuente hídrica que abastece a la ciudad de Popayán y a varias comunidades rurales circundantes. Además de su función estratégica en el suministro de agua, este sistema hidrográfico alberga una importante diversidad de fauna y flora, contribuyendo al equilibrio ecológico del territorio y dinamizando la economía local a través de actividades como el ecoturismo. No obstante, enfrenta crecientes presiones derivadas del vertimiento de aguas residuales, la limitada sensibilización ambiental de la población asentada en sus diferentes zonas y la persistencia de prácticas insostenibles, factores que deterioran la calidad del recurso hídrico y afectan la biodiversidad asociada.

En este contexto, se hace necesario desarrollar un diagnóstico integral que permita analizar las condiciones actuales de la cuenca, identificar los principales impactos socioambientales y formular estrategias de manejo que orienten la implementación de soluciones técnicas, educativas y sostenibles en materia de saneamiento básico. Estas acciones deberán contribuir no solo a la recuperación ambiental del sistema, sino también al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades que dependen directamente de este ecosistema.

En ese sentido, la Tecnología en Saneamiento Ambiental (TSA) de la universidad Nacional, Abierta y a Distancia UNAD, en articulación con la Alcaldía de Popayán y la Secretaría de Desarrollo Agroambiental y Fomento Económico (DAFE), permitió la elaboración de un diagnóstico sobre las condiciones de saneamiento básico en la cuenca media del río Molino. Este ejercicio conllevó a identificar las problemáticas socioambientales existentes, reconocer el potencial ecológico del territorio y proponer acciones orientadas al fortalecimiento del saneamiento básico y a la gestión sostenible del recurso hídrico.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Elaborar un diagnóstico sobre las condiciones sociales y de saneamiento básico en la parte media de la cuenca del río Molino, municipio de Popayán.

### **Objetivos específicos**

Caracterizar las condiciones sociales, ambientales y de saneamiento básico en la parte media de la cuenca del río Molino.

Evaluar la calidad del agua y las condiciones de saneamiento básico mediante el muestreo y la caracterización de bioindicadores acuáticos en la cuenca media del río Molino.

Formular una propuesta técnica para el manejo y control de vertimientos en la parte media de la cuenca del río Molino, sustentada en el análisis estadístico y descriptivo de los resultados obtenidos.

## **Plan de trabajo**

### **Fase 1: Caracterización de las condiciones de saneamiento básico en la cuenca media del río Molino.**

#### Actividades:

Realizar recorridos por la cuenca media del río Molino para identificar sus condiciones sanitarias; con metodología de parámetros bioindicadores (Macroinvertebrados).

Utilizar herramientas SIG (ArcMap y QGIS) para generar una cartografía ambiental que permita analizar, gestionar y tomar decisiones frente a las condiciones ambientales y sanitarias identificadas.

### **Fase 2: Identificación de las actividades socioeconómicas en la parte media de la cuenca río Molino**

#### Actividades:

Aplicar encuestas y entrevistas a un grupo focal que hacen parte de la cuenca medio del río Molino y la posterior sistematización de los datos.

### **Fase 3: Estrategias de manejo ambiental**

#### Actividades:

Procesar y organizar los datos recolectados en la salida de campo para hacer un análisis estadístico

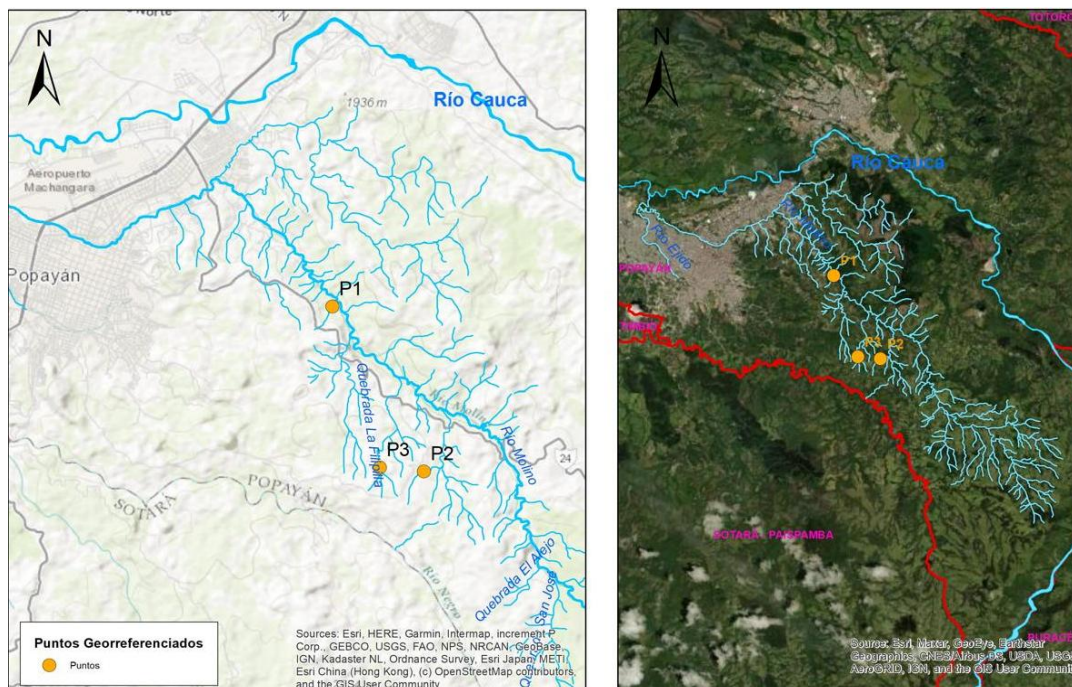
Proponer una estrategia sostenible para el manejo de aguas residuales y otros factores ambientales de la cuenca media del río Molino y socializarlos con la comunidad

## Metodología

Planeación de la parte media de la cuenca del Río Molino mediante la cartografía ambiental y proceder a los muestreos biológicos. (Figura 1)

### Figura 1

*Cartografía de la cuenca media del Río Molino*



*Nota:* Ubicación de la parte media de la cuenca del río Molino

El estudio se centra en tres afluentes clave de la cuenca media del río Molino: Sector El Sendero, Pata de Venado y La Honda, localizados en las veredas El Sendero y Santa Bárbara, municipio de Popayán – Cauca. Estos recursos hídricos poseen una importancia estratégica para la comunidad rural, ya que constituyen las principales fuentes de abastecimiento de agua a través del acueducto veredal, beneficiando aproximadamente a 170 familias residentes en dichas veredas. Sin embargo, la calidad del agua no es óptima debido a la presencia de actividades antrópicas en las zonas aledañas. Entre las principales fuentes de deterioro se identifican

vertimientos de aguas residuales domésticas, actividades ganaderas y prácticas agropecuarias, las cuales generan contaminación orgánica y aportan compuestos químicos que llegan directamente a los cuerpos de agua.

Ante esta problemática ambiental, la comunidad manifestó la necesidad de realizar un estudio para identificar los compuestos químicos que inciden negativamente en los afluentes y evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano, con el propósito de fortalecer la gestión y protección de estos recursos. En respuesta, la DAFE (Desarrollo Agroambiental y Fomento Económico) y la UNAD (Universidad Nacional Abierta y a Distancia) planearon y ejecutaron un estudio de calidad del agua mediante el análisis de macroinvertebrados acuáticos, los cuales permiten evaluar el estado ecológico de los afluentes.

### **Parámetros para los muestreos de Macroinvertebrados**

Inicialmente se realiza una caracterización del entorno de los diferentes afluentes del río Molino; identificando contaminantes por vertimientos, residuos sólidos y las diferentes actividades agropecuarias.

Para la realización de los muestreos, el afluente se divide en tres sectores según su longitud, iniciando en la desembocadura y avanzando en sentido aguas arriba, con el propósito de facilitar el procedimiento y asegurar una adecuada representatividad biológica. La colecta de macroinvertebrados se efectúa mediante el uso de una red Surber de 300 micras, considerando los distintos microhábitats presentes como acumulaciones de hojarasca y vegetación herbácea, que funcionan como refugio y zonas de alimentación para estos organismos.

Durante los muestreos se emplean herramientas y equipos de disección adecuados para la recolección y almacenamiento de macroinvertebrados en frascos debidamente etiquetados (fecha,

hora, sector coordenadas) y con alcohol étílico al 90% para su posterior identificación en el laboratorio.

Para la identificación y clasificación por órdenes y familias, del material colectado en la parte media de la cuenca del río Molino, se utilizaron las siguientes herramientas:

Un estereoscopio

Tubos Eppendorf (2ml)

Alcohol 90%

Pinza de disección

Pines

Caja Petri

Toallas absorbentes

### **Sectores de muestreo de Macroinvertebrados en la Parte Media de la Cuenca del Río**

#### **Molino**

##### ***Sector El Sendero:***

Ubicado en la vereda El Sendero, municipio de Popayán; este afluente desemboca en la cuenca media del río Molino y presenta contaminación por vertimientos, residuos sólidos y actividades agropecuarias, como los cultivos de café. Para los muestreos el afluente se divide en tres: parte baja, media y alta respectivamente (figuras 2).

## Figura 2

*Puntos de muestreos parte baja, media y alta en la Afluente El Sendero*

A)



B)



C)



*Nota:* Imágenes tomadas durante la jornada de muestreo en la Afluente El Sendero A) Parte baja

B) Parte media C) Parte alta

### ***Sector Pata de Venado:***

Ubicado en la vereda Santa Bárbara, municipio de Popayán - Cauca. Esta fuente hídrica cuenta con un sistema de acueducto veredal compuesto por una bocatoma y una infraestructura hidráulica destinada al abastecimiento de agua para una parte significativa de la comunidad de Santa Bárbara (figura 3).

## Figura 3

*Puntos de muestreo parte alta y baja de la Afluente Pata de Venado*



*Nota:* Imágenes tomadas durante la jornada de muestreo en la Afluente Pata de Venado

### ***Sector la Honda:***

Ubicado en la vereda Santa Bárbara, municipio de Popayán. Cauca, en el sitio se realizaron dos tomas de muestra, una antes y otra después de la bocatoma, con el fin de evaluar posibles variaciones en la calidad del agua del afluente.

El afluente La Honda se dividió en dos tramos parte alta y parte baja según su extensión longitudinal, con el propósito de establecer un orden sistemático para la captación de macroinvertebrados y garantizar la representatividad de las muestras recolectadas.

(Figura4)

### **Figura 4**

*Puntos de muestreo parte alta y baja de la Afluente La Honda*

A)



B)



*Nota:* Imágenes tomadas durante el muestreo en la Afluente La Honda A) Parte baja B) Parte alta

## Resultados

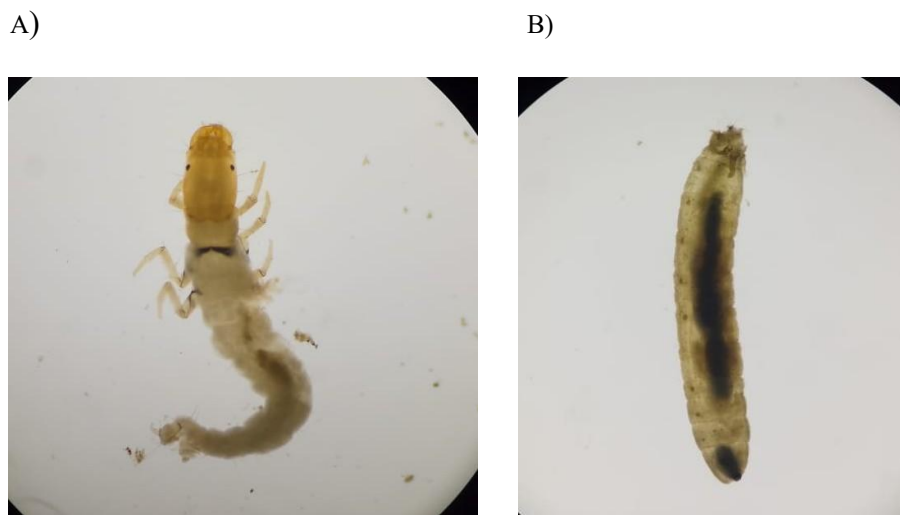
### Muestreo de Macroinvertebrados para Determinar la Calidad del Agua en la Afluente

#### Sector El Sendero:

Se encontraron macroinvertebrados sensibles en la afluente El Sendero (Figura5)

#### Figura 5

*Primer muestreo en la parte baja de la Afluente El Sendero*



*Nota:* Macroinvertebrados más representativos en la parte baja de la Afluente El Sendero A)

Orden *Tichoptera - Polycentropodidae* B) Orden *Diptera-Muscidae*

Se hallaron Macroinvertebrados altamente sensibles y tolerantes a la contaminación en la afluente El Sendero (Figura 6)

## Figura 6

*Segundo muestreo en la parte media de la Afluente El Sendero*



*Nota: Macroinvertebrados más representativos en la parte media de la afluente El Sendero A) Orden Trichoptera-Hydrobiosidae B) Orden Diptera-Chironomidae C) Orden Ephemeroptera-Batidae D) Orden Hemiptera-Veliidae*

Se identificaron Macroinvertebrados Moderadamente Sensibles, Tolerantes a la contaminación en la afluente El Sendero (Figura 7)

## Figura 7

*Tercer muestreo en la parte alta de la Afluente El Sendero*

A)



B)



C)



D)



*Nota:* Macroinvertebrados más representativos en la parte alta de la afluente El Sendero A)

Orden *Diptera* - *Simuliidae* B) Orden *Diptera* - *Chironimidae* C) Orden *Diptera* - *Musidae* D)

Orden *Diptera* - *Ceratopogonidae*

Se identificaron familias de Macroinvertebrados acuáticos de calidad del agua y se analizaron mediante la aplicación del índice de BMWP/Col, con el fin de determinar el grado de contaminación de la afluente en la parte media de la cuenca del río Molino. (ver tabla 1y2)

**Tabla 1**






*Puntajes de familia de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col*

<b>Punto de muestreo</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Puntaje BMWP</b>
1	<i>Trichoptera</i>	<i>Polycentropodidae</i>	2	9
	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	2	2
	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	2	2
2	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydrobiosidae</i>	3	9
	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	8	2
	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	1	3
	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	5	1
	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	3	7
	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae</i>	1	7
	<i>Hemiptera</i>	<i>Veliidae</i>	1	8
3	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	16	2
	<i>Diptera</i>	<i>Muscidae</i>	5	2
	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	1	3
	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	1	7
	<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae</i>	2	8
<b>Total</b>				<b>72</b>

*Nota:* Puntajes de cada familia con su respectivo orden y las cantidades de veces que salió la

misma familia en cada muestreo.

**Tabla 2***Calidad biológica del agua – Índice BMWP/COL*

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy critica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

*Nota:* Clasificación Biológica con Macroinvertebrados para determinar la calidad del agua con la tabla BMWP/Col

Según la tabla de índice de BMWP/Col presenta un significado de “Aguas ligeramente contaminadas” clase II; a lo que se refiere poca presencia de contaminantes orgánicos como aguas residuales domésticas y una leve intervención humana mediante los cultivos de café; predomina también la oxigenación en el agua, pero en calidad se está perdiendo en su totalidad.

Según el formato se presenta observaciones que hay en el entorno general de toda la afluyente abarcando su extensión natural. (ver tabla 3 y 4)

Tabla 3

## Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos

Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua Anexo B-22

**Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos y diatomeas**

Código de laboratorio (para diligenciar en el laboratorio de calidad ambiental): \_\_\_\_\_

Responsable del muestreo: Daniel Alejandro Jaramillo Cencés Firma: [Firma] Hora: 8:50 am Fecha: 16/06/2025

Corriente: Disminución de la corriente Estación: Verona Municipio: Papaya Depto.: Cauca

Latitud: 10°N Longitud: 2 km Altitud: 1700 m. s. n. m. pH: \_\_\_\_\_ Temperatura: 20 °C OD: \_\_\_\_\_ mg/l CE: µS/cm

Periodo hidrológico de muestreo y cambios atípicos de caudal:

Aguas altas  Aguas bajas  Aguas en ascenso  Aguas descenso  Crecidas  Sequías  Corriente variable

Descripción general sitio de muestreo:

Profundidad media (m): 1.8 Ancho del cauce (m): 60 Velocidad (m/s): 1 Perturbaciones durante muestreo (lluvia, niebla, paso de animales): Ninguna

Vegetación de ribera: Pastos  Herbáceas  Arbustos  Arbóreas  Banca erosionada  Banca intervenida

Vegetación de ribera cubre la mayor parte del tramo muestreado: s...n... Perturbaciones aguas arriba s...n... Presas  Canalizaciones  Vertimientos

Aspecto general del agua: Limpia  Con objetos flotantes  Contaminada  Mal olor  Espuma  Manchas de aceite

Uso del suelo: Ganadería  Agricultura  Área protegida  Explotación de recursos naturales  Minería  Centros poblados urbanos  Centros poblados rurales

Descripción específica del muestreo de diatomeas:

% Sustratos muestreados: Canto rodado (6-25 cm)  Bloques >25 cm  Hojarasca  Sustrato no natural o artificial  Macrófitas  Vegetación inundada  Infraestructura en concreto  Otros sustratos muestreados: \_\_\_\_\_ No. sustratos muestreados: 5 Área total aprox. (cm<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_

Caracterización del tramo de muestreo macroinvertebrados:

Tipo de hábitat	Lótico <input checked="" type="checkbox"/> Léntico <input type="checkbox"/>	Porcentaje	Número de unidades de muestreo	Área de la red (cm <sup>2</sup> )	Área total muestreada (cm <sup>2</sup> )	Observaciones
Nº.	Microhábitat					
1	Superficie del agua	12%	2	625 cm <sup>2</sup>	1200 cm <sup>2</sup>	
2	Arenas-limos-arcillas	5%	1	625 cm <sup>2</sup>	625 cm <sup>2</sup>	Caudal bajo
3	Gravas-cantos rodados	9%	1	625 cm <sup>2</sup>	625 cm <sup>2</sup>	

Nota: Formato Técnico de registro de campo Ambiental y Protocolo de monitoreo de seguimiento del Agua en la Afluente El Sendero

Tabla 4

## Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos

Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua Anexo B-22

Tipo de hábitat	Lótico <input checked="" type="checkbox"/> Léntico <input type="checkbox"/>	Porcentaje	Número de unidades de muestreo	Área de la red (cm <sup>2</sup> )	Área total muestreada (cm <sup>2</sup> )	Observaciones
4	Bloques	10%	0	625 cm <sup>2</sup>	1800 cm <sup>2</sup>	
5	Sustratos artificiales (ladrillos, baldosas)	10%	0	625 cm <sup>2</sup>	1800 cm <sup>2</sup>	
6	Macrófitas emergentes	10%	5	625 cm <sup>2</sup>	1800 cm <sup>2</sup>	
7	Macrófitas sumergidas	10%	5	625 cm <sup>2</sup>	1800 cm <sup>2</sup>	
8	Vegetación inundada	12%	3	625 cm <sup>2</sup>	1800 cm <sup>2</sup>	Abundante
9	Restos vegetales (madera, ramas, hojarasca)	13%	5	625 cm <sup>2</sup>	1800 cm <sup>2</sup>	se encuentran abundante bene
Totales		100%	21		1800 cm <sup>2</sup>	

Esquema del lugar de muestreo: Señalar margen y dirección de la corriente, marcar lugar de muestreo para diatomeas y macroinvertebrados, particularidades de la orilla, que permitan identificación de los puntos en posteriores muestreos.

Observaciones:

Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos y diatomeas

Cadena de custodia

Envío al laboratorio

Fecha del envío (dd/mm/aaaa): 25/07/2025	Número de muestras de diatomeas: 4
Número de bolsas con macroinvertebrados: 4 Frascos con Nevera	Número de frascos con macroinvertebrados: 4
Forma de transporte: Aéreo <input type="checkbox"/> Terrestre <input checked="" type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	Empresa: _____

Uso exclusivo del laboratorio

Recepción en el laboratorio

Nombre de quien recibe: Daniel Alejandro Jaramillo Concha	Firma:
Fecha de recibido: 25/07/2025	Hora: 9:00 am
Número de muestras de diatomeas: 4	Número de frascos con macroinvertebrados: 4 Frascos
Formato de campo: _____	Estado de las neveras que contienen el material: Correcto <input checked="" type="checkbox"/> Sin sello <input type="checkbox"/> Destapadas <input type="checkbox"/>
Estado de la refrigeración de las muestras: Buena <input checked="" type="checkbox"/> Mala <input type="checkbox"/>	Nula <input type="checkbox"/> Observaciones: _____

Radicación de muestras

Nombre de quien radica: _____	Firma: _____
Fecha de almacenamiento: _____	Hora: _____
Observaciones: _____	

*Nota:* Formato Técnico de registro de campo Ambiental y Protocolo de monitoreo de seguimiento del Agua en la Afluente El Sendero

Los resultados obtenidos muestran que los cuerpos de agua muestreados se encuentran con una elevada carga de contaminantes de origen doméstico y actividades agrícolas que caen directamente o por escorrentía a los afluentes, afectando la calidad fisicoquímica y biológica generando que los ecosistemas acuáticos se vean alterados y estén interrumpiendo su ciclo natural. Las afectaciones que produce esta problemática podrían llegar a ser graves y generar

perdida de fauna y flora, adicionalmente se observa una fuerte erosión de laderas, lo que contribuye a la extinción de especies terrestres y acuáticas

Este recurso natural no es viable para el abastecimiento de aguas veredales ya que pueden producir en la población enfermedades gastrointestinales, dermatológicas e incluso intoxicaciones.

La evaluación biológica del afluente El Sendero mediante muestreo de macroinvertebrados, evidencia una abundante presencia de la familia *Chironomidae* (tabla1), bioindicadores de cuerpos de agua sometidos a presión ambiental por materia orgánica y contaminantes. De acuerdo con Arratia Chambi (2024) los individuos de *Chironomidae* son organismos tolerantes a la contaminación orgánica y a condiciones de bajo oxígeno disuelto, proliferando incluso cuando los parámetros fisicoquímicos indican alteración ambiental en el sistema acuático.

De este modo, los resultados biológicos del análisis de macroinvertebrados en la afluente El Sendero no solo corroboran la clasificación de “aguas ligeramente contaminadas” obtenida por la tabla BMWP/Col, si no que resalta en el tercer punto de muestreo (Tabla1) estar acogiendo mayores aportes de materia orgánica y químicos asociados a actividades antropogénicas en la cuenca media del río Molino.

Por tanto, se recomienda monitorear constantemente la calidad del agua en la quebrada El Sendero con el objetivo de controlar la concentración de contaminación que generan las aguas residuales domésticas y las actividades agropecuarias.

Implementar una sensibilización de educación ambiental en los sectores que pertenecen a la cuenca media del río Molino con el objetivo de concientizar a la población y

poder recuperar lo más posible la quebrada ya que en un largo plazo se puede perder en su totalidad como lo fauna y flora.

Otra recomendación es utilizar un método factible para recuperar la afluyente de la contaminación que la está acechando como implementar sistemas de tratamientos naturales o la regulación de vertimientos que hay en la parte alta para así obtener un nivel estándar en la calidad de agua.

De esta manera se determina que la calidad del agua corresponde a la categoría de “aguas ligeramente contaminadas” según la tabla BMWP/Col lo cual evidencia la presencia de contaminación orgánica que genera efectos negativos sobre los ecosistemas acuáticos, perjudicando la fauna y la flora. Se identifica oxigenación del agua, pero no estable y podrían disminuir progresivamente a mediano plazo si persisten las actividades antropogénicas sobre el recurso hídrico que lo bordean en esta zona estudiada. La calidad del agua se encuentra en un estado preocupante lo que representa un riesgo para su conservación y su función como un recurso necesario para uso de abastecimiento humano y organismos acuáticos.

Por lo anterior se resalta la necesidad de implementar medidas de manejo y control que contribuyan a la protección y recuperación de la calidad del agua de la afluyente y de la cuenca media del río Molino.

### **Muestreo de Macroinvertebrados para Determinar la Calidad del Agua en la Afluyente Sector Pata de Venado**

El primer muestreo en el sector Pata de Venado se realizó antes de la bocatoma, para poder determinar las condiciones del agua que llega a cada uno de los hogares. Se realizó la colecta para su posterior identificación y determinar el índice de calidad de agua BMWP/Col.

A continuación, se enlistan las familias determinadas en este sector (Figura 8y9)

**Figura 8**

*Primer muestreo en la parte baja de la Afluente Pata de Venado*

A)



B)



C)



D)



*Nota: Macroinvertebrados más representativos en la parte baja de la Afluente Pata de Venado A)*

*Orden Trichoptera-Hydrobiosidae B) Orden Trichoptera-Calamoceratidae C) Orden Diptera-*

*Chironomidae D) Orden Oligochaeta-Tubificidae*

## Figura 9

*Segundo muestreo en la parte alta de la Afluente Pata de Venado*

A)



B)



C)



D)



*Nota: Macroinvertebrados más representativos en la parte alta de la Afluente Pata de Venado A)*

*Orden Coleoptera-Ptilodactylidae B) Orden Coleoptera-Elmidae C) Orden Diptera-*

*Chironomidae D) Orden Trichoptera-Glossosomatidae*

Como se representa los resultados hallados en el laboratorio según el orden y familia que pertenecen estos Macroinvertebrados se determinó la calidad del agua en esta afluente Pata de Venado. (ver tabla 5y6)

**Tabla 5**






*Puntajes de familia de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/COL*

<b>Punto de muestreo</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Puntaje BMWP</b>
1	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydrobiosidae</i>	1	9
	<i>Trichoptera</i>	<i>Calamoceratidae</i>	1	10
	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	11	2
	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	7	1
	<i>Odonata</i>	<i>Calopterygidae</i>	1	7
2	<i>Trichoptera</i>	<i>Polycentropodidae</i>	1	9
	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	20	2
	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	4	6
	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	1	3
	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydrobiosidae</i>	2	9
	<i>Coleoptera</i>	<i>Ptilodactylidae</i>	2	10
	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae</i>	2	9
	<i>Oligochaeta</i>	<i>Tubificidae</i>	1	1
	<i>Trichoptera</i>	<i>Glossossomatidae</i>	1	7
	<i>Trichoptera</i>	<i>Helicopsyhidae</i>	1	8
<b>Total</b>				<b>93</b>

*Nota:* Puntajes de cada familia con su respectivo orden y las cantidades de veces que salió la

misma familia en cada muestreo.

**Tabla 6***Calidad biológica del agua – índice BMWP/Col*

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadame nte contaminadas	
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy critica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

*Nota:* Clasificación Biológica con Macroinvertebrados para determinar la calidad del agua con la tabla BMWP/Col

Se procede a diligenciar el formato técnico de registro ambiental con el objetivo de determinar las condiciones ambientales de la extensión de la Afluente Pata de Venado (Figura 7y8)

Tabla 7

## Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos

Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua Anexo B 22

---

**Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos**

Código de laboratorio (para diligenciar en el laboratorio de calidad ambiental): \_\_\_\_\_

Responsable del muestreo: Daniel Alejandro Joaquin Cochrán Firma: [Firma] Hora: 10:30 am Fecha: 09/10/2025

Corriente: \_\_\_\_\_ Estación: Venado Municipio: Popoyán Depto.: CAUCA

Latitud: 10°N Longitud: 2 km Altitud: 2135 m s. n. m. pH: \_\_\_\_\_ Temperatura: \_\_\_\_\_ °C OD: \_\_\_\_\_ mg/l CE: \_\_\_\_\_ µS/cm

Periodo hidrológico de muestreo y cambios atípicos de caudal:

Aguas altas  Aguas bajas  Aguas en ascenso  Aguas descenso  Crecidas  Sequías  Corriente vadeable  s... n...

Descripción general sitio de muestreo:

Profundidad media (m): \_\_\_\_\_ Ancho del cauce (m): \_\_\_\_\_ Velocidad (m/s): \_\_\_\_\_

Vegetación de ribera: Pastos  Herbáceas  Arbustos  Arbóreas  Banca erosionada  Banca intervenida

Vegetación de ribera cubre la mayor parte del tramo muestreado: s... n... Perturbaciones aguas arriba: s... n... Presas  Canalizaciones  Vertimientos

Aspecto general del agua: Limpia  Con objetos flotantes  Contaminada  Mal olor  Espuma  Manchas de aceite

Uso del suelo: Ganadería  Agricultura  Área protegida  Explotación de recursos naturales

Industria  Minería  Centros poblados urbanos  Centros poblados rurales

Descripción específica del muestreo de diatomeas:

% Sustratos muestreados: Canto rodado (6-25 cm)  Bloques >25 cm  Hojarasca  Sustrato no natural o artificial  Macrofitas  Vegetación inundada

Infraestructura en concreto  Otros sustratos muestreados: \_\_\_\_\_ No. sustratos muestreados: \_\_\_\_\_ Área total aprox. (cm): \_\_\_\_\_

**Caracterización del tramo de muestreo macroinvertebrados:**

Tipo de hábitat	Lótico <input type="checkbox"/> Léntico <input type="checkbox"/>	Porcentaje	Numero de unidades de muestreo	Área de la red (cm <sup>2</sup> )	Área total muestreada (cm <sup>2</sup> )	Observaciones
Nº	Microhábitat					
1	Superficie del agua					
2	Arenas-limos-arcillas	10%		30 650		
3	Gravas-cantos rodados					

*Nota:* Formato Técnico de registro de campo Ambiental y Protocolo de monitoreo de seguimiento del Agua en la Afluente Pata de Venado

Tabla 8

## Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos

Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua Anexo B 22

Tipo de hábitat	Lótico <input type="checkbox"/> Léntico <input type="checkbox"/>	Porcentaje	Número de unidades de muestreo	Área de la red (cm <sup>2</sup> )	Área total muestreada (cm <sup>2</sup> )	Observaciones
4	Bloques					
5	Sustratos artificiales (baldosas, ladrillos)					
6	Macrófitas emergentes					
7	Macrófitas sumergidas					
8	Vegetación inundada					
9	Restos vegetales (madera, ramas, hojarasca)	90%				
Totales		100%				

Esquema del lugar de muestreo. Señalar margen y dirección de la corriente, marcar lugar de muestreo para diatomeas y macroinvertebrados, particularidades de la orilla, que permitan identificación de los puntos en posteriores muestreos.

Observaciones: Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos y diatomeas

Cadena de custodia

Envío al laboratorio

Fecha del envío (dd/mm/aaaa): <u>10/10/2015</u>	Número de muestras de diatomeas:
Número de bolsas con macroinvertebrados: <u>2</u>	Número de frascos con macroinvertebrados: <u>2</u>
Forma de transporte: Aéreo <input type="checkbox"/> Terrestre <input checked="" type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	Empresa:

Uso exclusivo del laboratorio

Recepción en el laboratorio

Nombre de quien recibe: <u>Daniel Alejandro Joraniño Concha</u>	Firma: <u>[Firma]</u>
Fecha de recibido: <u>29/10/2015</u>	Hora: <u>9:00 am</u>
Número de muestras de diatomeas:	Número de frascos con macroinvertebrados: <u>2</u>
Formato de campo:	Estado de las neveras que contienen el material: Correcto <input checked="" type="checkbox"/> Sin sello <input type="checkbox"/> Destapadas <input type="checkbox"/>
Estado de la refrigeración de las muestras:	Buena <input checked="" type="checkbox"/> Mala <input type="checkbox"/> Nula <input type="checkbox"/> Observaciones:

Radicación de muestras

Nombre de quien radica:	Firma:
Fecha de almacenamiento:	Hora:
Observaciones:	

*Nota:* Formato Técnico de registro de campo Ambiental y Protocolo de monitoreo de seguimiento del Agua en la Afluente Pata de Venado

Según la tabla de índice BMWP, se obtiene un resultado de “aguas ligeramente contaminadas”, que coincide con lo observado en el recorrido por el afluente en donde se evidencia vertimiento directo de aguas residuales domésticas, lo cual ocasiona afectaciones a la salud de las personas que se benefician y al ambiente.

Por otra parte, y de acuerdo con la caracterización de las actividades realizadas en el sector, en donde se identifica ganadería en las áreas contiguas a la quebrada, lo cual estará

generando contaminación del afluente por escorrentía afectando la calidad de agua. Este patrón se evidencia en la parte alta, media y baja de la afluente del sector Pata de Venado.

En el muestreo se identificaron un total de 15 familias de macroinvertebrados en los diferentes puntos “antes de la bocatoma” y “después de la bocatoma”.

En esta parte de la investigación se hallaron dos problemáticas ambientales que son vertimientos de aguas residuales domésticas y la ganadería por lo que la calidad del agua está siendo perjudicada en este acueducto. Hoy en día a nivel mundial más del 80% de las aguas residuales vienen siendo descargadas en cuerpos de agua más cercanos sin ningún tratamiento previo o el adecuado, generando escenarios de contaminación hasta el grado de deteriorar la calidad de agua con repercusiones negativas a largo y corto plazo, en la salud, ambiente y ecosistemas acuáticos (Lima Huacho L.M 2020).

De acuerdo con Matthews (2006), la ganadería siempre ha sido un factor contaminante y común que existe en las zonas rurales más apartadas de la ciudad, este es un enemigo cauteloso y sustancial porque hace caos en el medio ambiente pero más en la calidad del agua como lo menciona Además entre estos sectores de producción agropecuaria, el ganadero se encuentra entre los más dañinos para los recursos hídricos del planeta, contribuyendo, además de otros impactos graves para el medio ambiente como la contaminación del agua, la eutroficación y la degeneración de los arrecifes de coral. Debido a la pérdida de la cobertura vegetal boscosa, por la deforestación y las actividades agropecuarias, se sufren graves cambios en la regulación hídrica afectando la cantidad y calidad de los recursos hídricos, reduciendo los caudales, al igual apresurando la erosión y generación de contaminantes que terminan en cuerpos de agua.

Por tanto, se recomienda la implementación de un plan integral de manejo y protección del afluente Pata de Venado orientado hacia la reducción de las fuentes de contaminación

identificas alrededor de la afluyente. Es prioritario establecer en cada vivienda un STARD en la parte alta con el fin de evitar los vertimientos directos al cuerpo del agua y disminuir la presencia de químicos contaminantes al agua.

Se sugiere la adopción de buenas prácticas ganaderas que incluyan el control de acceso del ganado al cauce del afluyente poniéndolo en aislamiento total mediante instalación de cercas para reducir esta problemática, se sugiere la implementación de bebederos alternativos y sistemas de manejo de excretas con el propósito de reducir en su totalidad la afectación del recurso hídrico.

Entre los factores de afectación se destaca la presencia de cuatro o cinco viviendas que están realizando vertimientos directos de aguas residuales domesticas sin ningún tratamiento previo, lo cual aumenta la carga de contaminación y compromete la sostenibilidad del afluyente. La actividad ganadera es preponderante en la vereda Santa Bárbara, ya que múltiples predios cuentan con ella como fuente de ingreso económico. No obstante, su desarrollo sin practicas adecuadas de manejo ambiental genera impactos negativos sobre el recurso hídrico. El acceso directo del ganado al cauce favorece la incorporación de heces fecales, sedimentación en el agua produciendo alteración en las condiciones físicas, químicas del agua deteriorando progresivamente su calidad y biológicas en el ecosistema acuático.

### **Muestreo de Macroinvertebrados para Determinar la Calidad del Agua en el Sector La Honda**

A continuación, se presentan las familias de macroinvertebrados colectados en los puntos de muestreo del afluyente. (Figura 10y11)

**Figura 10**

*Primer muestreo en la parte baja de la Afluente La Honda*

A)



B)



C)



D)



*Nota: Macroinvertebrados más representativos en la parte baja de la Afluente La Honda A)*

*Orden Diptera-Chironomidae B) Orden Diptera-Simuliidae C) Orden Ephemeroptera-*

*Leptophlebiidae D) Orden Trichoptera-Leptoceridae*

**Figura 11**

*Segundo muestreo en la parte alta de la Afluente La Honda*

A)



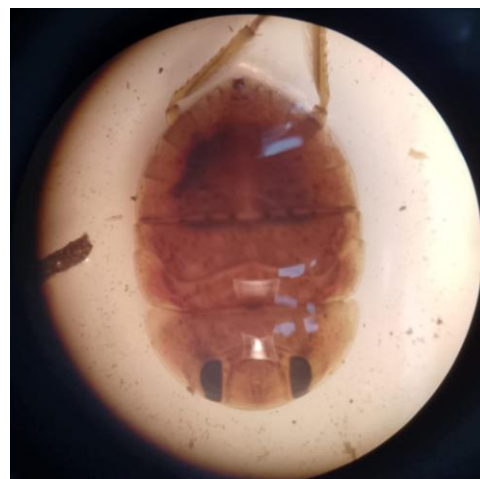
B)



C)



D)



*Nota: Macroinvertebrados más representativos en la parte alta de la Afluente la Honda A) Orden Trichoptera - Calamoceratidae B) Orden Diptera-Chironomidae C) Orden Coleoptera-Dytiscidae D) Orden Hemiptera-Naucoridae*

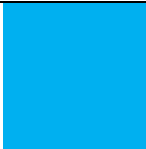

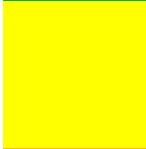


**Tabla 9**

*Puntajes de familia de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/COL*

<b>Punto de muestreo</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Cantidad</b>	<b>PuntajeBMWP</b>
1	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	41	2
	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	7	6
	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae</i>	7	9
	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Betidae</i>	5	7
	<i>Trichoptera</i>	<i>Glossosomatidae</i>	2	7
	<i>Diptera</i>	<i>Simulidae</i>	18	8
	<i>Trichoptera</i>	<i>Leptoceridae</i>	2	8
	<i>Trichoptera</i>	<i>Calamoceratidae</i>	12	10
	<i>Odonata</i>	<i>Calopterygidae</i>	4	7
	<i>Seriata</i>	<i>Planaridae</i>	4	7
	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydrobiosidae</i>	5	9
	<i>Coleoptera</i>	<i>Ptilodactylidae</i>	6	10
	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	7	7
	<i>Trichoptera</i>	<i>Helicopsychidae</i>	3	8
2	<i>Trichoptera</i>	<i>Calamoceratidae</i>	14	10
	<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae</i>	57	2
	<i>Diptera</i>	<i>Ceratopogonidae</i>	2	3
	<i>Coleoptera</i>	<i>Ptilodactylidae</i>	6	10
	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydropsychidae</i>	6	7
	<i>Trichoptera</i>	<i>Hydrobiosidae</i>	2	9
	<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae</i>	3	6
	<i>Ephemeroptera</i>	<i>Betidae</i>	3	7
	<i>Hemiptera</i>	<i>Veliidae</i>	1	8
	<i>Trichoptera</i>	<i>Leptoceridae</i>	1	8
	<i>Coleoptera</i>	<i>Dytiscidae</i>	1	9
	<i>Hemiptera</i>	<i>Naucoridae</i>	1	7
<b>Total</b>				<b>191</b>

*Nota:* Puntajes de cada familia con su respectivo orden y las cantidades de veces que salió la misma familia en cada muestreo.

**Tabla 10***Calidad biológica del agua – índice BMWP/Col*

Clase	Calidad	BMWP	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy critica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

*Nota:* Clasificación Biológica con Macroinvertebrados para determinar la calidad del agua con la tabla BMWP/Col

Se procede a diligenciar el formato técnico de registro ambiental con el objetivo de determinar las condiciones ambientales de la extensión de la Afluente La Honda (Figura 11y12)

Tabla 11

## Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos

Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua Anexo B 22

Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos y diatomeas

Código de laboratorio (para diligenciar en el laboratorio de calidad ambiental):

Responsable del muestreo: Daniel Alejandro Jaramillo Castro Firma: [Firma] Hora: 9:24 am Fecha: 27/10/2015

Corriente: \_\_\_\_\_ Estación: Verend Municipio: Popoyán Depto.: Caquetá

Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_ Altitud: \_\_\_\_\_ m. s. n. m. pH: \_\_\_\_\_ Temperatura: \_\_\_\_\_ °C OD: \_\_\_\_\_ mg/l CE: \_\_\_\_\_ µS/cm

Período hidrológico de muestreo y cambios atípicos de caudal:

Aguas altas  Aguas bajas  Aguas en ascenso  Aguas descenso  Crecidas  Sequías  Corriente vadeable

Descripción general sitio de muestreo:

Profundidad media (m): \_\_\_\_\_ Ancho del cauce (m): \_\_\_\_\_ Velocidad (m/s): \_\_\_\_\_ Perturbaciones durante muestreo (lluvia, niebla, paso de animales): \_\_\_\_\_

Vegetación de ribera: Pastos  Herbáceas  Arbustos  Arbóreas  Banca erosionada  Banca intervenida

Vegetación de ribera cubre la mayor parte del tramo muestreado s. n. \_\_\_\_\_ Perturbaciones aguas arriba s. n. \_\_\_\_\_ Presas  Canalizaciones  Vertimientos

Aspecto general del agua: Limpia  Con objetos flotantes  Contaminada  Mal olor  Espuma  Manchas de aceite

Uso del suelo: Ganadería  Agricultura  Área protegida  Explotación de recursos naturales

Industria  Minería  Centros poblados urbanos  Centros poblados rurales

Descripción específica del muestreo de diatomeas:

% Sustratos muestreados: Canto rodado (6-25 cm)  Bloques > 25 cm  Hojarasca  Sustrato no natural o artificial  Macrofitas  Vegetación inundada

Infraestructura en concreto  Otros sustratos muestreados: \_\_\_\_\_ No sustratos muestreados: \_\_\_\_\_ Área total aprox. (cm<sup>2</sup>): \_\_\_\_\_

Caracterización del tramo de muestreo macroinvertebrados:

Tipo de hábitat	Lítico <input type="checkbox"/> Léntico <input type="checkbox"/>	Porcentaje	Numero de unidades de muestreo	Área de la red (cm <sup>2</sup> )	Área total muestreada (cm <sup>2</sup> )	Observaciones
N°	Microhábitat					
1	Superficie del agua					
2	Arenas-limos-arcillas	10%		625 cm <sup>2</sup>		
3	Gravas-cantos rodados					

Nota: Formato Técnico de registro de campo Ambiental y Protocolo de monitoreo de seguimiento del Agua en la Afluente La Honda

Tabla 12

## Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos

Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua Anexo 8-22

Tipo de hábitat	Lótico <input type="checkbox"/> Léntico <input type="checkbox"/>	Porcentaje	Número de unidades de muestreo	Área de la red (cm <sup>2</sup> )	Área total muestreada (cm <sup>2</sup> )	Observaciones
4	Bloques					
5	Sustratos artificiales (ladrillos, baldosas)					
6	Macrófitas emergentes					
7	Macrófitas sumergidas					
8	Vegetación inundada	70%				
9	Restos vegetales (madera, ramas, hojarasca)	80%				
Totales		100%				

Esquema del lugar de muestreo: Señalar margen y dirección de la corriente, marcar lugar de muestreo para diatomeas y macroinvertebrados, particularidades de la orilla, que permitan identificación de los puntos en posteriores muestreos.

Observaciones:

**Captura de datos de campo para macroinvertebrados acuáticos y diatomeas**

Cadena de custodia

Envío al laboratorio

Fecha del envío (dd/mm/aaaa): 27/10/2025	Número de muestras de diatomeas:
Número de bolsas con macroinvertebrados: 2	Número de frascos con macroinvertebrados: 2
Forma de transporte: Aéreo <input type="checkbox"/> Terrestre <input checked="" type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	Empresa:

Uso exclusivo del laboratorio

Recepción en el laboratorio			
Nombre de quien recibe: Donato Alejandro Jaramila Concha	Firma:		
Fecha de recibido: 29/10/2025	Hora: 9:00 am		
Número de muestras de diatomeas:	Número de frascos con macroinvertebrados: 2		
Formato de campo:	Estado de las neveras que contienen el material: Correcto <input checked="" type="checkbox"/> Sin sello <input type="checkbox"/> Destapadas <input type="checkbox"/>		
Estado de la refrigeración de las muestras: Buena <input checked="" type="checkbox"/> Mala <input type="checkbox"/> Nula <input type="checkbox"/>	Observaciones:		
Radicación de muestras			
Nombre de quien radica:	Firma:		
Fecha de almacenamiento:	Hora:		
Observaciones:			

*Nota:* Formato Técnico de registro de campo Ambiental y Protocolo de monitoreo de seguimiento del Agua en la Afluente La Honda

En los muestreos uno y dos, se encontró en gran proporción de especies de la familia *chironomidae*, que son indicadores de buena calidad del agua, corroborado con la determinación el índice BMWP/Col el cual es de 191 lo que corresponde a una excelente calidad de agua. Lo anterior refleja un estado de conservación natural y buenas prácticas de las actividades que se realizan en el entorno del afluente, se evidencia suelos con bastante disponibilidad de materia orgánica, microhábitats de sedimento fino y un sistema ecológicamente equilibrado.

La composición taxonómica registrada estuvo dominada por familias sensibles, indicadoras de excelente calidad de agua según el índice BMWP/Col, tales como

*Leptophlebiidae, Hydropsychidae, Elmidae, Baetidae y Simuliidae*, entre otras. La presencia simultánea de estos grupos refleja condiciones de oxigenación estables, baja carga orgánica y adecuada heterogeneidad del hábitat, características propias de ecosistemas lóticos bien conservados.

La comunidad de macroinvertebrados identificada sugiere que la afluyente presenta condiciones ambientales óptimas, compatibles con un recurso hídrico en excelente estado de conservación. La alta diversidad y abundancia de familias sensibles respalda la categoría asignada por el índice BMWP/Col, correspondiente a cuerpos de agua limpios o con muy baja incidencia de actividades antropogénicas.

El puntaje total obtenido (191) se ubica en uno de los rangos más altos de la escala BMWP/Col, lo que permite clasificar el afluyente dentro de la categoría “aguas muy limpias”. De acuerdo con Roldán Pérez (2003), valores superiores a 150 indican ecosistemas lóticos con mínima intervención humana, alta integridad ecológica y sustratos bien estructurados que favorecen la presencia de taxones altamente sensibles.

En este sentido, la dominancia de familias características de ambientes lóticos bien conservados, junto con el equilibrio entre grupos funcionales —filtradores, colectores y depredadores—, confirma que el cuerpo de agua mantiene una integridad ecológica robusta. La coexistencia de algunos taxones moderadamente tolerantes, sin desplazamiento de los sensibles, sugiere además un sistema dinámico y funcional, con adecuada disponibilidad de recursos tróficos.

Se recomienda implementar un programa de monitoreo periódico que permita mantener y verificar esta condición de calidad, así como establecer medidas de protección que restrinjan actividades antropogénicas en las zonas aledañas.

En conclusión, los resultados obtenidos permiten afirmar que la afluyente La Honda presenta condiciones ambientales óptimas tanto en el componente hídrico como en los ecosistemas asociados, destacándose por su excelente calidad biológica según los parámetros establecidos por el índice BMWP/Col, lo que la convierte en un recurso estratégico para la conservación y el abastecimiento humano.

### **Caracterización de las Condiciones Sociales, Ambientales y de Saneamiento Básico en la Parte Media de la Cuenca del Río Molino.**

En las diferentes veredas se aplicaron encuestas como instrumento para caracterizar el manejo de las aguas residuales domésticas. Estas se clasifican en aguas negras, las cuales contienen heces fecales, orina, microorganismos patógenos y alta carga orgánica, y aguas grises, provenientes de duchas, lavamanos, lavadoras, lavavajillas y fregaderos. Las aguas grises suelen contener jabones, detergentes, grasas y restos de alimentos, lo que también representa una fuente potencial de contaminación cuando no reciben un tratamiento adecuado.

En este contexto, resultó fundamental analizar el estado del saneamiento básico en cada vereda, con el propósito de identificar riesgos y proponer medidas orientadas a reducir los impactos ambientales derivados de los vertimientos domésticos. Asimismo, es necesario considerar otras presiones antrópicas presentes en el territorio como es el caso de ganadería, la agricultura, la deforestación, la disposición inadecuada o la quema de residuos sólidos que inciden negativamente tanto en la salud humana como en la integridad de los ecosistemas.

La encuesta se centró en el manejo de las aguas residuales domésticas, verificando si estas son conducidas a un sistema de tratamiento eficaz, avanzado y acorde con la Resolución 0699 de 2021 expedida por el Ministerio de Ambiente en Colombia. Se busca que todas las familias de las veredas cuenten con un STARD (Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Domésticas); sin embargo, su implementación depende en gran medida de los recursos económicos disponibles, ya que en estas zonas rurales es común encontrar pozos sépticos, los cuales representan una alternativa económica y eficaz.

Adicionalmente, se indagó si los encuestados desean aprender más sobre el buen manejo de las aguas residuales domésticas, la separación de residuos sólidos y el uso adecuado de los colores de las canecas para la disposición de cada tipo de residuo generado en las viviendas. Con base en ello, se programan capacitaciones de educación ambiental orientadas a enseñar cómo cuidar ambiente y reducir la contaminación presente en las diferentes veredas rurales de la ciudad de Popayán. (Figura 12)

## Figura 12

### *Encuestas de Saneamiento Básico*



*Nota:* Encuestas de Saneamiento Básico con la herramienta Epicollect5

La educación ambiental resulta fundamental en las zonas rurales de la ciudad de Popayán, ya que permite orientar a la población sobre el manejo y la separación adecuada de los residuos sólidos: orgánicos, aprovechables, no aprovechables y peligrosos. La normativa ambiental del Ministerio de Ambiente establece el uso de cuatro canecas diferenciadas por colores: verde, blanco, negro y rojo, según el tipo de residuo que se deposite en cada una.

Estas capacitaciones se implementaron también porque existen tres recursos hídricos de gran importancia para el abastecimiento de la ciudad, los cuales se ven afectados por contaminantes que llegan directamente a las cuencas, generando una problemática ambiental significativa.

A la comunidad se le brinda una explicación detallada sobre el manejo de las aguas residuales domésticas mediante el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (STARD), con el fin de reducir el impacto negativo hacia el medio ambiente. En los casos en que las familias cuentan con pozos sépticos, se enfatiza la importancia de su mantenimiento constante para evitar malos olores, problemas de funcionamiento o drenaje lento, situaciones que podrían convertirse en problemáticas ambientales y afectar la calidad de vida de la población.

El propósito de la educación ambiental es que la comunidad adquiera conciencia, conocimiento y habilidades que le permitan tomar decisiones responsables frente al medio ambiente, promoviendo un desarrollo sostenible. De esta manera, se busca contribuir a la solución de problemáticas globales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y el manejo adecuado de los suelos. (Figura 13)

### Figura 13

#### Capacitaciones de Educación Ambiental



*Nota:* Educación Ambiental en la Vereda Santa Bárbara cuenca media del río Molino

Se aplicó una encuesta sobre el saneamiento básico en la vereda Santa Bárbara y en la vereda el sendero con el objetivo de identificar la existencia de vertimientos que caen directamente en los recursos hídricos y que estén afectando a la población en general, también identificar más afondo si los individuos tienen conocimiento de cómo reciclar los residuos sólidos y también conocer quiénes de ellos tiene la alternativa de quemar estos residuos produciendo contaminación al aire. Lo que implicaría acudir a la educación ambiental en estas veredas. En las encuestas se utilizó variables cuantitativas y cualitativas con el fin de obtener información importante en la realización del proyecto.

Se encuestaron 34 personas en total que dieron diferentes respuestas según sus conocimientos que tiene sobre saneamiento básico.

Con base en la tabla de datos del archivo de vertimientos perteneciente a la DAFE, obtuvo los siguientes resultados. (Figura 14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25)

**Figura 14**

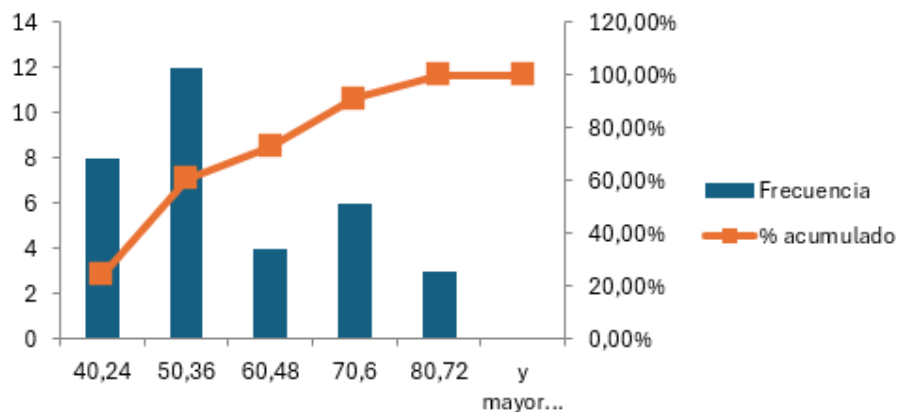
*Caracterización de los habitantes en las veredas Santa Bárbara y Sendero*



*Nota:* Se observa en la grafica de torta un porcentaje alto del género femenino en las encuestas realizadas

**Figura 15**

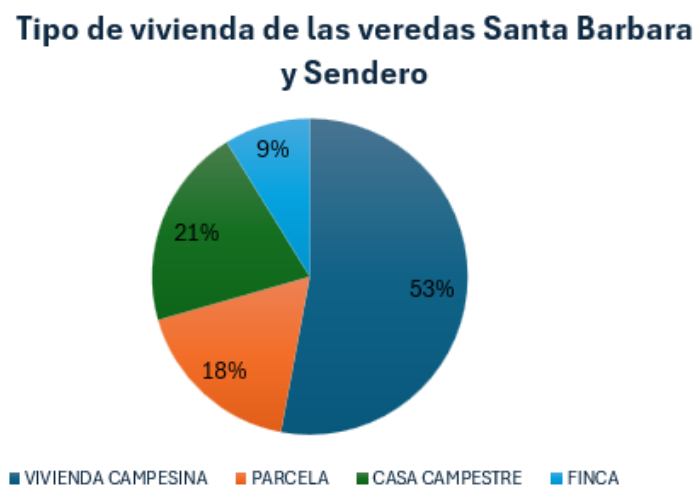
*Caracterización de los habitantes en las veredas Santa Bárbara y Sendero*



*Nota:* El eje horizontal muestra los rangos de edad y el eje vertical indica la frecuencia de personas de cada intervalo. La grafica muestra mayor frecuencia en el intervalo de 36 a 50 años, evidenciando la edad productiva en zonas rurales.

**Figura 16**

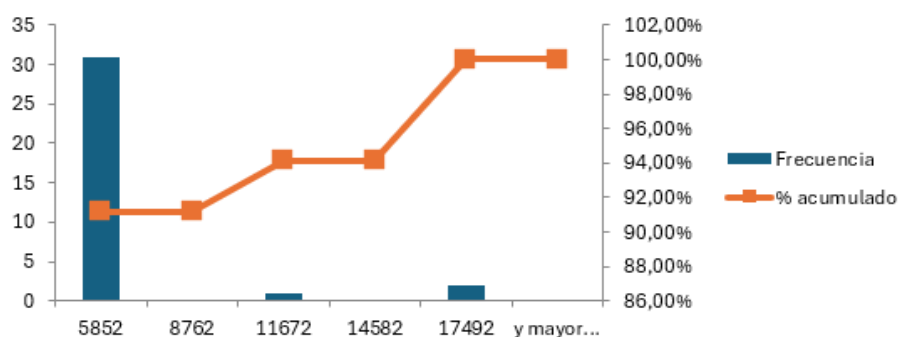
*Tipo de vivienda en las veredas Santa Bárbara y Sendero*



*Nota:* Se evidencia en las veredas el Sendero y Santa Bárbara que hay viviendas campesinas en un alto porcentaje y en un medio porcentaje de casas campestres

**Figura 17**

*Área de los predios en las veredas el Sendero y Santa Bárbara*



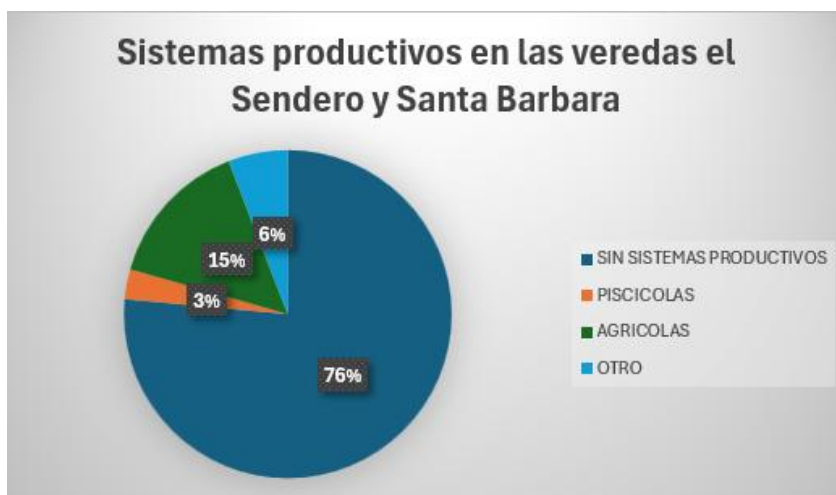
*Nota:* El primer intervalo (5852 m<sup>2</sup>) tiene una alta frecuencia, en donde se concentran la mayor cantidad de predios (30 predios) lo que evidencia un predominio de minifundios.

En los intervalos intermedios (8762m<sup>2</sup> y 11672m<sup>2</sup>) es muy baja, mostrando una escasa transición de predios pequeños y medianos

En los intervalos superiores de 14582 y 17492 m<sup>2</sup>, se encuentra uno o dos predios lo cual muestra que no se encuentran predios grandes.

### Figura 18

*Sistemas productivos en las veredas Santa Bárbara y Sendero*



*Nota:* De las 34 personas encuestadas la mayoría no tienen sistemas productivos por lo que no tiene una economía estable en los predios. Hay pocos predios que cuentan con sistemas productivos como la agricultura.

### Figura 19

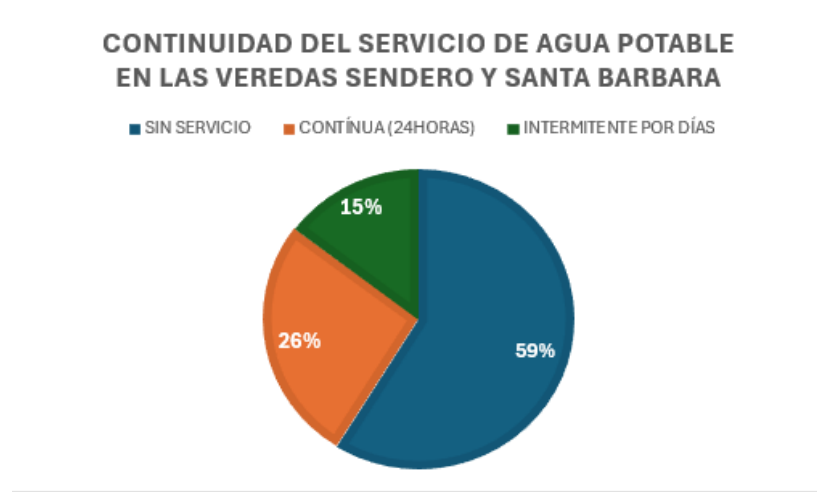
*Servicios públicos en las veredas Santa Bárbara y Sendero*



*Nota:* En las veredas encuestadas El Sendero y Santa Bárbara, la mayoría cuentan con un sistema de abastecimiento de agua veredal, que, aunque la mayoría tienen acueducto, no todas cuentan con un sistema de agua potable.

### Figura 20

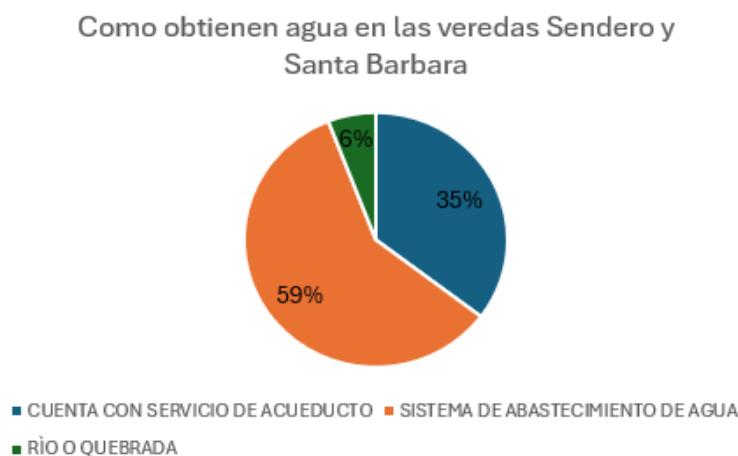
*Suministro del Servicio de Agua en las Veredas Santa Bárbara y Sendero*



*Nota:* Se evidencia en la gráfica que la mayoría de los habitantes no cuenta con agua potable por lo que se debe implementar algún recurso para hacerles llegar el abastecimiento de agua potable a estas familias. También se aprecia que la red de acueducto es intermitente por días

## Figura 21

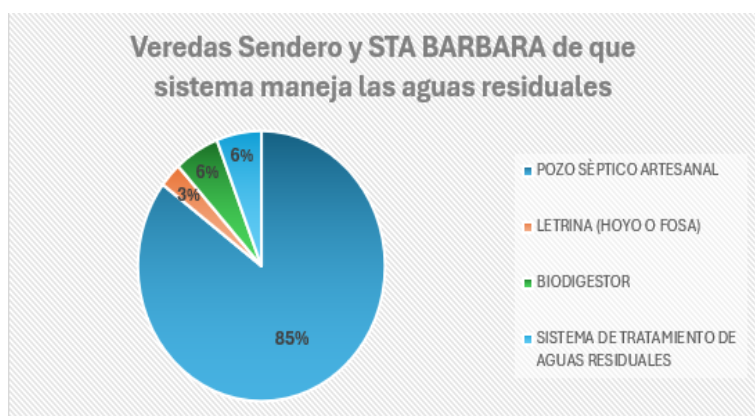
*Sistemas de Captación de agua en las Veredas Sendero y Santa Bárbara*



*Nota:* De acuerdo con la gráfica la mayor población entre las dos veredas el Sendero y Santa Bárbara cuentan con acueducto veredal y otra cierta población cuentan con acueducto de agua potable.

## Figura 22

*¿Cómo gestionan las Aguas Residuales en las Veredas Sendero y Santa Bárbara?*



*Nota:* En la gráfica se evidencia que la población encuestada maneja las aguas residuales domesticas con pozo séptico artesanal ya que es un sistema económico y común. Se identifica que hay un cierto porcentaje mínimo de individuos que tiene cuentan con STARD

### Figura 23

*Vertimientos de Aguas Residuales en las Veredas Sendero y Santa Bárbara*

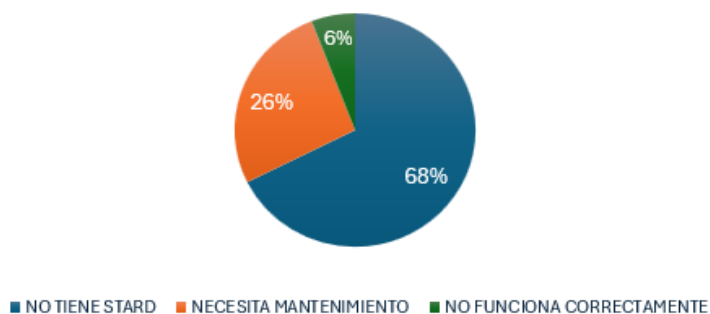


*Nota:* De acuerdo con los resultados, se muestra las aguas residuales domesticas se vierten directamente al suelo y al agua, lo anterior evidencia una notable contaminación a estos importantes recursos.

### Figura 24

*Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en las Veredas Sendero y Santa Bárbara*

**Los que cuenta con STARD en las veredas el sendero y Sta Barbara**



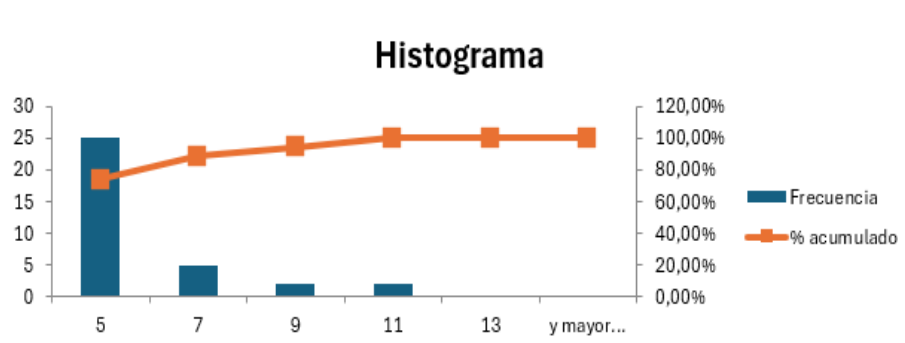
*Nota:* De acuerdo con la información obtenida, se evidencia que en las veredas predomina la ausencia de sistemas adecuados para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Esta

situación se asocia principalmente a limitaciones económicas y a la falta de capacitación técnica para la implementación y manejo de tecnologías más eficientes.

Asimismo, aunque algunos hogares cuentan con Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (STARD), en varios casos estos no reciben el mantenimiento periódico requerido, lo que afecta su funcionamiento y reduce su eficacia en la mitigación de impactos ambientales.

### Figura 25

*Número de Habitantes por casa en las Veredas El Sendero y Santa Bárbara*



*Nota:* Los datos obtenidos, muestran que la mayoría de los hogares se componen de un promedio de 5 personas, situación que evidencia que las descargas de aguas residuales son considerables.

## Discusión

El estudio de la calidad del agua en las afluentes Pata de Venado, El Sendero y la Honda, ubicados en la cuenca media del río Molino, se apoyó con la metodología del análisis de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de calidad. En estas afluentes es necesario hacer este muestreo ya que es un método económico natural frente al manejo de los parámetros fisicoquímicos que se han utilizado en los estudios de calidad del agua. De esta manera, estudios como los de McCafferty W.P (1981) y Merritt R.W (2019) han destacado la utilidad de los macroinvertebrados en la evaluación ecológica de corrientes superficiales, debido a su sensibilidad diferencial frente a perturbaciones antrópicas. Como lo propone Roldán Pérez (2003) donde ha dedicado décadas al desarrollo y adaptación de índices bióticos que resalta la necesidad de utilizar macroinvertebrados ya que son tolerantes a diferentes contaminaciones que hay en los cuerpos de agua por lo que permite evaluar el estado ecológico real de los ecosistemas. En su obra clave “Bioindicación de la calidad del agua en Colombia” (2003) y en revisiones posteriores (como la de 2016 sobre cuatro décadas de avances en Colombia y Latinoamérica), por lo que él enfatiza el uso de índice BMWP/Col que valora la sensibilidad de familias de macroinvertebrados a la contaminación orgánica.

El análisis descriptivo realizado en los tres afluentes evidenció diferencias asociadas al uso del suelo y a las actividades productivas que asechan a estas afluentes. En sectores con mayor intervención antrópica, especialmente donde predominan la ganadería extensiva y los cultivos agrícolas por lo que esta situación sugiere aportes de materia orgánica, la exacerbación de nutrientes, sedimentos derivados del pastoreo del ganado, escorrentía superficial con fertilizantes y la inadecuada disposición de aguas residuales domésticas.

Desde la perspectiva socioeconómica, las encuestas y entrevista revelan dinámicas que presionan el manejo de los recursos hídricos como deficiencias en saneamiento básico y practicas productivas no sostenibles donde estos factores socioeconómicos (pobreza rural, falta de infraestructura y conciencia ambiental) causan en si la degradación en las afluentes. Resaltando que algunos habitantes rechazaban las encuestas o prestaban menos importancia a la hora de implementar la actividad por razón de desconfianza y desinterés aumentado con el factor de que el cronograma de visita no se podía ajustar fácilmente con los habitantes. No obstante, fue de gran valor la aplicación de las encuestas para los resultados alcanzados en la determinación del diagnóstico ambiental de la cuenca media del río Molino.

En la implementación de estrategias de educación ambiental se evidenció la necesidad de fortalecer procesos formativos orientados a la comunidad enfatizando la relación directa entre practicas domésticas, productivas para controlar el deterioro de la calidad del agua.

La elaboración de la cartografía ambiental de la cuenca media del río Molino permitió integrar especialmente los resultados biológicos, las características del territorio y los focos de presión antrópica. Mediante esta herramienta se identificaron zonas críticas donde existen vertimientos, actividades agropecuarias y ausencia de cobertura vegetal. Algunos expertos colombianos de la universidad de Caldas y otras universidades han publicado trabajos sobre mapas climáticos urbanos y uso de cartografía para la planificación ambiental en Manizales. Cabe nombrar a (Cruz Castaño & Páramo, 2020) investigadores en educación y pensamiento ambiental que han trabajado en conceptualizar el espacio y el comportamiento urbano aportando la representación de un territorio mediante la cartografía ambiental.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos evidencian que la quebrada El Sendero presenta una presión ambiental significativa derivada de vertimientos domésticos y actividades agropecuarias que aportan contaminantes de forma directa o por escorrentía a los cuerpos de agua. Estas cargas afectan las condiciones fisicoquímicas y biológicas del sistema, alterando el equilibrio de los ecosistemas acuáticos e interrumpiendo sus ciclos naturales. La fuerte erosión de laderas observada en el área de estudio intensifica el arrastre de sedimentos y nutrientes, contribuyendo al deterioro progresivo del hábitat y al riesgo de pérdida de fauna y flora tanto acuática como terrestre. En este sentido, el recurso hídrico no resulta apto para el abastecimiento de acueductos veredales, pues su consumo podría generar enfermedades gastrointestinales, dermatológicas e incluso intoxicaciones en la población.

La problemática ambiental del afluente Pata de Venado es el resultado de la interacción entre fuentes puntuales (vertimientos domésticos) y fuentes difusas (ganadería extensiva sin manejo adecuado), lo que exige la implementación de un plan integral de manejo y protección. Dicho plan debe contemplar la instalación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas (STARD), el aislamiento del cauce mediante cercas, la provisión de bebederos alternativos y la adopción de buenas prácticas ganaderas y de manejo de excretas. Solo a través de una intervención articulada, con participación comunitaria y enfoque preventivo, será posible mejorar progresivamente la calidad del agua y garantizar la sostenibilidad ambiental y sanitaria del acueducto rural.

Los resultados de los muestreos en la afluente La Honda presentan una condición ecológica sobresaliente, sustentada en un puntaje de 191 en el índice BMWP/Col, correspondiente a la categoría de “aguas muy limpias”. Este valor, ubicado en uno de los rangos

más altos de la escala, confirma un estado de conservación natural con mínima intervención antrópica, coherente con lo planteado por Roldán Pérez, quien señala que valores superiores a 150 reflejan ecosistemas lóticos con alta integridad ecológica y adecuada estructuración del hábitat. Las condiciones observadas en campo —suelos con abundante materia orgánica, presencia de microhábitats de sedimento fino y estabilidad en la oxigenación— refuerzan esta clasificación.

## Referencias

- Álvarez, S., & Pérez, L. (2007). Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguaré, Honduras (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana-2012).  
[https://bdigital.zamorano.edu/items/3bba6e1b-cc47-4620-ad80-7c4339dead45?utm\\_source=chatgpt.com](https://bdigital.zamorano.edu/items/3bba6e1b-cc47-4620-ad80-7c4339dead45?utm_source=chatgpt.com)
- Arratia Chambi, A (2024). *Parámetros fisicoquímicos del agua y su relación con macroinvertebrados como indicadores de calidad del agua en la laguna Arapa, Puno 2023*. *Revista De Investigaciones*, 13(3), 147-158. <https://doi.org/10.26788/ri.v13i3.6302>
- Crespo, C. (2013). INFORME TÉCNICO DE MUESTREO PARA MACROINVERTEBRADOS EN LA QUEBRADA DE CHAULLAYACU. *Gastronomía ecuatoriana y turismo local*, 5-24. [https://es.scribd.com/document/468362277/INFORME-TECNICO-DE-MUESTREO-PARA-MACROINVERTEBRADOS-EN-LA-QUEBRADA-DE-CHAULLAYACU-pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://es.scribd.com/document/468362277/INFORME-TECNICO-DE-MUESTREO-PARA-MACROINVERTEBRADOS-EN-LA-QUEBRADA-DE-CHAULLAYACU-pdf?utm_source=chatgpt.com)
- Cruz Castaño, N & Páramo, P. (2020) *Educación para la mitigación y adaptación al cambio climático en América Latina*. *Educación y Educadores*, 23(3) , 469-489  
<https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/11979>
- Huacho, L., & Mónica, L. (2020). *Efecto del vertimiento de aguas residuales domiciliarias en la calidad del agua en el río Sicra Lircay – Huancavelica 2018* . Gob.pe.  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCON\\_3bd76604210e6958896e114fdf1512ab](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCON_3bd76604210e6958896e114fdf1512ab)

Ladrera, R., Rieradevall, M., & Prat, N. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *Ikastorratza. e-Revista de didáctica*, 11.

[https://www.ehu.es/ikastorratza/11\\_alea/macro.pdf](https://www.ehu.es/ikastorratza/11_alea/macro.pdf)

Matthews, C. (2006). *Livestock a major threat to environment. FAO Newsroom*, 29.

[https://faunalytics.org/wp-](https://faunalytics.org/wp-content/uploads/2015/05/Citation420A.pdf?utm_source=chatgpt.com)

[content/uploads/2015/05/Citation420A.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://faunalytics.org/wp-content/uploads/2015/05/Citation420A.pdf?utm_source=chatgpt.com)

McCafferty, W. P. (1981). *Aquatic entomology: the fishermen's and ecologists' illustrated guide to insects and their relatives*. Science Books International.

<https://cmc.marmot.org/Record/.b10442583>

Merritt, RW 1., Cummins, KW, y Berg, MB (2019). *Introducción a los insectos acuáticos de Norteamérica*. Quinta edición. Kendall Hunt Publishing Company.

[https://cmc.marmot.org/Record/.b6793707x?utm\\_source=chatgpt.com](https://cmc.marmot.org/Record/.b6793707x?utm_source=chatgpt.com)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Resolución 0699 de 2021: Por lo cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domesticas tratadas al suelo y se dictan otras disposiciones*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-0699-de-2021.pdf>

Roldán Pérez, G.A (2003) *Bioindicacion de la calidad del agua en Colombia: Úso del método BMWP/Col (96.p)*. Editorial Universidad de Antioquia

[https://es.scribd.com/document/628590241/LIBRO-ROLDAN-Bioindicacion-Calidad-Del-Agua-en-Colombia-96-Pag?utm\\_source=chatgpt.com](https://es.scribd.com/document/628590241/LIBRO-ROLDAN-Bioindicacion-Calidad-Del-Agua-en-Colombia-96-Pag?utm_source=chatgpt.com)

Van der Hammen, T., & Rangel-Ch., J.O (1997). *El estudio de la vegetación en Colombia: Recuento histórico-tareas futuras. En Colombia diversidad biótica II: Tipos de*

*vegetación en Colombia* (pp.17-56). Universidad Nacional de Colombia

<https://www.researchgate.net/publication/339510170> EL ESTUDIO DE LA VEGETA

CION EN COLOMBIA Recuento historico-tareas futuras

## Anexos

### Entrevista

[00:00:01] Bueno, mi nombre es Daniel Alejandro Jaramillo Concha, soy pasante de la UNAD y de la DAFE,

[00:00:08] hoy estoy con la señora Rosa Avirama, ella vive aquí en la vereda Santa Bárbara,

[00:00:19] muy buenas tardes doña Rosa, bueno entonces le voy a hacer unas preguntas,

[00:00:27] ella vive cerca de la quebrada pata de venado, bueno doña Rosa, entonces vamos,

[00:00:40] listo entonces, primera ¿cuáles son las principales fuentes de contaminación que

[00:00:46] afecta la cuenca medio del río Molino? Doña Rosa, bueno joven Daniel, sí las principales fuentes,

[00:00:53] o sea como quien dice solamente hay dos que yo he analizado, dos fuentes de contaminación,

[00:01:00] una pues es por el ganado y otra es por la agricultura que tenemos allá, el ganado vacuno,

[00:01:07] nosotros tenemos vacas, pero es que es bastante vaca, entonces esas vacas tienen unos estiércoles,

[00:01:13] unas heces que nos perjudican el suelo, porque yo sé que esto está contaminando el agua subterránea,

[00:01:23] y eso es lo que yo considero que podría ser, y respecto a los cultivos que son del aguacate y

[00:01:31] el café, pues la manera como los cultivamos allá que tenemos son unos pesticidas y estos son químicos

[00:01:39] que también aumentan la contaminación del agua, eso sí está muy bien doña Rosa,

eso sí, ahí vamos

[00:01:47] viendo. Doña Rosa, segunda pregunta, ¿cómo influye las actividades

económicas en el deterioro de la

[00:01:56] cuenca del río Molino y de esta quebrada? Doña Rosa , igual no, es lo mismo que la pregunta anterior joven

[00:02:04] Daniel, porque nosotros comercializamos pues estas vacas, la leche, la carne, y en ese afán

[00:02:12] por comercializar estas vacas, pues ese deterioro que hay en la ribera, que las riberas de la cuenca

[00:02:19] con estos animales que dejan todos estos residuos, y lo mismo del cultivo de nuestras plantas para

[00:02:28] la venta, que nosotros tenemos esa economía allí, pues si agilizamos que salgan los árboles,

[00:02:36] que si agilizamos para que las plantas nacen con pesticidas y esto, sabemos que estamos

[00:02:43] contaminando el agua y el medio ambiente en sí mismo. Listo, doña Rosa, así es, vamos más o

[00:02:53] menos. Tercera pregunta doña Rosa, ya no la demoro, ¿qué especies de flora y fauna cree que están en

[00:03:01] riesgo por la falta de saneamiento en la cuenca medio del río Molino y al mismo tiempo de esta

[00:03:06] quebrada? Doña Rosa ,pues la flora que son nuestras plantaciones que tenemos ahí en la ribera,

[00:03:14] nosotros tenemos pues las algas de la quebrada y algunos arbusticos que con el paso del tiempo

[00:03:21] ellos han ido mermando en su formación, en su follaje, en su perdón, si ellos de pronto si se

[00:03:31] han visto afectados por los químicos que se manejan allá, eso es lo que usted de pronto me está

[00:03:37] preguntando, y en la quebrada la fauna que tenemos son ranas, sapos, los cangrejos del río, los

[00:03:44] pececitos del río. Mientras que el agua esté contaminada, ellos también se perjudican, porque

[00:03:50] uno ve que hay mutaciones en ellos, que también los pececitos se mueren y se van extinguiendo.

[00:03:58] Ay claro, así es doña Rosa, así es. Y cuarta pregunta doña Rosa, ¿qué medidas de educación

[00:04:06] ambiental podrían fortalecer la conciencia comunitaria para mejorar el saneamiento de la

[00:04:11] cuenca medio del río Molino y de esta quebrada? Doña Rosa , pues las medidas de capacitación para nosotros,

[00:04:18] joven Daniel, porque gracias a Dios y a ustedes que vienen aquí a hacernos encuestas para ponernos

[00:04:26] en conocimiento sobre el saneamiento básico y también las capacitaciones que la DAFE hace,

[00:04:32] que son más o menos como cierta vez por ahí, a nosotros nos gustaría que sean más

frecuentes,

[00:04:39] porque nos enseñan a reciclar, a tener un buen sistema de tratamiento de las aguas y por eso es

[00:04:46] que el personal capacitado es muy necesario acá en las visitas y lo mismo la capacitación.

[00:04:52] Así es doña Rosa, está muy bien, así estaremos frecuentemente acompañando esto.

[00:05:01] Quinta y última pregunta doña Rosa, según usted, ¿cómo afecta los residuos sólidos al ecosistema

[00:05:07] acuático y a la cuenca medio del río Molino y a esta quebrada? Doña Rosa, pues imagínese don Daniel,

[00:05:15] si las basuras que son esos residuos, ellos detienen una quebrada, el curso del agua,

[00:05:24] eso es gravísimo, eso causa malos olores, estancamiento del agua y proliferación de

[00:05:30] bacterias y de toda clase de plagas. Esto sí que es realmente lo peor que le puede pasar a una cuenca

[00:05:36] y que hemos visto que en muchas cuencas hay, en muchas de las quebradas como acá lo nuestro,

[00:05:43] porque es que la gente es como que no entiende, como que la gente no es consciente y tiran toda

[00:05:47] suerte de basuras y todas esas basuras son tan diversos materiales que eso puede hasta matarlo

[00:05:53] a uno. Bueno doña Rosa, muchas gracias por su tiempo, gracias y estaremos ya prontamente por

[00:06:03] aquí. Gracias. Hasta luego. Doña Rosa, a ustedes, muchas gracias.