

**ANALISIS DE LA MICROCUENCA PRESIDENTE DEL MUNICIPIO DE  
SOTARA: IDENTIFICACION DE POSIBLES CAPTACIONES DE AGUA CON  
PROPOSITOS DE ACUEDUCTO, CASO LOTE1.**



**Juan Sebastian Zemanate Moreno**

**Universidad del Cauca**

**Facultad de Ciencias Humanas y Sociales**

**Programa de Geografía del Desarrollo Regional y Ambiental**

**Popayán- Cauca**

**2023**

**ANALISIS DE LA MICROCUENCA PRESIDENTE DEL MUNICIPIO DE SOTARA:  
IDENTIFICACION DE POSIBLES CAPTACIONES DE AGUA CON PROPOSITOS DE  
ACUEDUCTO, CASO LOTE1**

**Juan Sebastian Zemanate Moreno**

**Asesores:**

**Juan Leonardo González Plazas**

**William Fernando Ante Molina**

**Universidad del Cauca**

**Facultad de Ciencias Humanas y Sociales**

**Programa de Geografía del Desarrollo Regional y Ambiental**

**Popayán- Cauca**

**2023**



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiarme en este camino y por brindarme la fortaleza necesaria para alcanzar este logro. A mi amada madre Carmen Elena Moreno y mi preciado hermano Manuel Santiago, su apoyo incondicional han sido la luz que ilumina este camino, permitiéndome cumplir mis sueños en realidad.

A mi tía Ruby Moreno y mi familia gracias por ser mi respaldo constante, mi fuente de alegría y por acompañarme en todo momento, cada uno de ustedes ha contribuido de manera única en este largo camino.

Agradezco a mis tutores, quienes con paciencia y sabiduría guiaron mis pasos académicos, les expreso mi más profundo agradecimiento. A mis compañeros y amigos, quienes han estado a mi lado, brindándome momentos únicos y conmemorables, convirtiendo los desafíos en oportunidades de aprendizaje.

Este logro no solo es mío, sino también de aquellos que generosamente compartieron su sabiduría y amistad a lo largo de esta travesía. ¡Gracias a todos por ser parte fundamental de este gran logro!

## CONTENIDO

1.	Resumen.....	13
2.	Summary .....	14
3.	Introducción .....	15
4.	Área de estudio y descripción del entorno.....	16
5.	Planteamiento del problema.....	20
6.	Justificación .....	21
7.	Objetivos.....	23
7.1.	Objetivo General.....	23
7.2.	Objetivos Específicos .....	23
8.	Marco teórico.....	23
9.	Marco Conceptual:.....	25
10.	Estado del arte.....	27
10.1.	Internacionales:.....	27
10.2.	Regionales: .....	30
10.3.	Locales:.....	35
11.	Marco Normativo.....	40
12.	Metodología .....	42
12.1.	Estrategias y Metodologías aplicables durante el proyecto:.....	43
12.1.1.	Primera etapa.....	43
12.1.2.	Segunda etapa.....	44
12.1.3.	Tercera etapa .....	45

12.1.4.	Cuarta etapa.....	46
12.2.	Consideraciones sobre las limitaciones .....	47
12.3.	Consideraciones éticas.....	48
12.4.	Seguimiento y evaluación.....	49
13.	Resultados.....	49
13.1.	Área de importancia estratégica para el recurso hídrico.....	49
13.1.1.	Clasificación mapas temático Lote1 .....	55
13.2.	Diagnóstico técnico ambiental de la finca Lote1.....	65
13.2.1.	Exploración de terreno .....	65
13.2.2.	Fauna .....	67
13.2.3.	Flora .....	69
13.2.4.	Cuerpos de agua .....	80
13.3.	Contexto ambiental, económico y social del entorno en el que se ejecutará el proyecto y el punto de captación. ....	91
13.3.1.	Riesgos ambientales asociados a la finca Lote1 y su entorno inmediato... ..	97
13.3.2.	Perfil Socioeconómico: Características, Necesidades y Expectativas de la Población en relación al suministro de agua.....	102
13.4.	Puntos de captación de agua y parámetros fisicoquímicos.....	106
14.	Conclusiones.....	111
15.	Recomendaciones .....	114
16.	Referencias Bibliográficas .....	117

17.	ANEXOS .....	121
17.1.	Subcuenca hidrográfica .....	121
17.2.	Preguntas encuesta.....	122
17.3.	Tablas.....	123
17.4.	Mediciones.....	128

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valor porcentual clasificación de pendiente .....	59
Tabla 2. Flora .....	70
Tabla 3. Usuarios de EMTIMBIO E.S.P por estrato año 2016.....	103
Tabla 4. Consumo de agua por estrato en metros cúbicos año 2016 .....	103
Tabla 5. Consumo de agua por estrato m <sup>3</sup> .....	104
Tabla 6. Suscriptores a empresa Emtimbio E.S.P uso y estrato 2022 .....	105
Tabla 7. Análisis Físicoquímicos de agua Finca lote1 en Microcuenca Presidente-vereda la Catana.....	110
Tabla 8. Cuadro resumen .....	123
Tabla 9. Cronograma .....	125
Tabla 10. Presupuesto .....	127
Tabla 11. Análisis físicoquímicos finca lote1 .....	129

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1 Ubicación de la finca lote1 vereda la Catana en el municipio de Sotar <sup>á</sup> departamento del Cauca .....	19
Mapa 2 Localización Finca lote1 vereda la Catana Sotara-Cauca.....	20
Mapa 3. Mapa político municipio de Sotar <sup>á</sup> .....	50
Mapa 4. Geología veredas.....	51
Mapa 5. Áreas de importancia estratégica hídrica para Timbío .....	52
Mapa 6. Ubicación microcuenca Presidente en subcuenca hidrográfrica rio Piedras.....	53
Mapa 7. Ubicación de la microcuenca Presidente en el municipio de Sotar <sup>á</sup> .....	54

Mapa 8. Ubicación finca Lote1 en la microcuenca Presidente .....	55
Mapa 9. Ubicación de la cabecera municipal de Timbío y finca Lote1 en el departamento del Cauca.....	56
Mapa 10. Curvas de nivel, finca Lote1 .....	57
Mapa 11. Relieve sombreado finca Lote1 .....	58
Mapa 12. Clasificación de pendiente, finca Lote1.....	61
Mapa 13. Cobertura vegetal finca Lote1 año 2014.....	64
Mapa 14. Cobertura vegetal finca Lote1 año 2017.....	64
Mapa 15. Cobertura vegetal finca Lote1 año 2023.....	65
Mapa 16. Nacimientos de agua, finca Lote1.....	81
Mapa 17. Expansión urbana municipio de Timbío año 2023 .....	106
Mapa 18. Orden de drenaje microcuenca Presidente año 2023 .....	107
Mapa 19. Ubicación de la finca Lote1 en la microcuenca Presidente .....	108
Mapa 20. Puntos de captación de agua, finca Lote1.....	109
Mapa 21. Orden de drenaje subcuenca hidrográfica Las Piedras año 2023 .....	122

### **LISTA DE IMAGEN**

Imagen 1. Cobertura vegetal, finca Lote1.....	62
Imagen 2. Cobertura vegetal finca Lote1 año 2014.....	66
Imagen 3. Cobertura Vegetal finca Lote1 año 2017 .....	67
Imagen 4. Deforestación microcuenca Presidente .....	99

## LISTA DE FOTOS

Foto 1. Cacho Venado: <i>Miconia affinis</i> .....	73
Foto 2. Cordoncillo : <i>Piper aduncum</i> .....	74
Foto 3. Guarango: <i>Erythrina</i> sp.....	75
Foto 4. Encenillo, el del medio: <i>Weinmannia tomentosa</i> .....	75
Foto 5. Pino: <i>Pinus</i> .....	76
Foto 6. Roble: <i>Quercus Humboldtiana</i> .....	77
Foto 7. Cucharo: <i>Dendropanax arboreus</i> .....	78
Foto 8. Motilon: <i>Hieronyma macrocarpa</i> .....	79
Foto 9. Helecho grande: <i>trachephyta</i> .....	80
Foto 10. Primer nacimiento.....	75
Foto 11. Primer nacimiento.....	82
Foto 12. Primer nacimiento.....	83
Foto 13. Segundo nacimiento.....	76
Foto 14. Segundo nacimiento .....	84
Foto 15. Segundo nacimiento.....	76
Foto 16. Segundo nacimiento .....	84
Foto 17. Tercer nacimiento.....	78
Foto 18. Tercer nacimiento.....	85
Foto 19 Tercer nacimiento.....	78
Foto 20. Tercer nacimiento .....	86
Foto 21. Cuarto Nacimiento.....	79
Foto 22. Cuarto Nacimiento.....	87

Foto 23. Quinto nacimiento.....	80
Foto 24. Quinto nacimiento .....	88
Foto 25. Sexto nacimiento.....	81
Foto 26. Sexto nacimiento .....	89
Foto 27. Sexto nacimiento .....	89
Foto 28. Humedal – Ciénega .....	82
Foto 29. Humedal – Ciénega .....	90
Foto 30. Humedal – Ciénega .....	91
Foto 31. Cobertura Vegetal.....	83
Foto 32. Cobertura Vegetal.....	91
Foto 33. Cobertura Vegetal.....	84
Foto 34. Cobertura Vegetal.....	92
Foto 35. Cobertura Vegetal.....	93
Foto 36. Cobertura Vegetal .....	85
Foto 37. Cobertura Vegetal.....	93
Foto 38. Cobertura Vegetal.....	94
Foto 39. Cobertura Vegetal.....	95
Foto 40. Cobertura Vegetal.....	96
Foto 41. Cobertura Vegetal.....	96
Foto 42. Deslizamientos de Tierra.....	97
Foto 43. Deslizamientos de Tierra .....	89
Foto 44. Deslizamientos de Tierra.....	98

Foto 45. Incendio forestal.....	93
Foto 46. Incendio forestal .....	101
Foto 47. Incendio forestal .....	102
Foto 48. Medición punto 1.....	116
Foto 49. Rio presidente .....	128
Foto 50. Medición punto 2.....	117
Foto 51. Rio presidente .....	128
Foto 52. Medición punto 3 .....	117
Foto 53. Rio presidente .....	129

## 1. Resumen

El proyecto tiene como objetivo realizar un análisis de la microcuenca Presidente, en la finca lote1 ubicada en la vereda la Catana, municipio de Sotará en el departamento de Cauca, Colombia, con el fin de identificar el lugar más adecuado para la captación de agua del Río Presidente. Para ello, se llevará a cabo un estudio detallado de geografía física de la zona, con énfasis en las características geológicas, topográficas y ambientales que influyen en la disponibilidad de agua en la microcuenca. Se utilizarán técnicas y herramientas de análisis geoespacial para la integración de datos y elaboración de mapas temáticos que identifiquen las zonas más adecuadas para la captación de agua. También se realizarán trabajos de campo para la recopilación de datos sobre las características físicas, biológicas y sociales de la microcuenca. El proyecto tiene un enfoque multidisciplinario que permitirá integrar los aspectos físicos, biológicos y sociales que influyen en el uso y la gestión del agua en la zona, con el fin de proponer medidas para la gestión sostenible del recurso hídrico en la microcuenca.

## 2. Summary

The project aims to conduct an analysis of the Presidente micro-watershed in the Lote 1 farm located in La Catana, municipality of Sotará in the department of Cauca, Colombia. The primary objective is to identify the most suitable location for water capture from the Presidente River. This involves a detailed study of the physical geography of the area, emphasizing geological, topographic, and environmental characteristics that influence water availability in the micro-watershed. Geospatial analysis techniques and tools will be employed to integrate data and create thematic maps identifying optimal water capture zones. Fieldwork will also be conducted to gather data on the physical, biological, and social features of the micro-watershed. The project adopts a multidisciplinary approach, integrating physical, biological, and social aspects influencing water use and management in the area. The ultimate goal is to propose measures for the sustainable management of water resources in the Presidente micro-watershed.

### 3. Introducción

En un mundo donde el acceso al agua potable se ha convertido en una preocupación creciente, es fundamental buscar soluciones innovadoras y sostenibles para satisfacer las necesidades de las comunidades. En este contexto, el presente proyecto tiene como objetivo principal analizar la viabilidad de establecer un nuevo punto de captación de agua en la finca Lote1, ubicada en el municipio de Sotará, Cauca, con el propósito de abastecer del preciado líquido al municipio de Timbío.

El aumento poblacional del municipio de Timbío, y el constante crecimiento de la demanda de agua, plantean un desafío significativo para asegurar un suministro adecuado y sostenible en el futuro. En este contexto, el proyecto se enfoca en evaluar la posibilidad de establecer un nuevo punto de captación de agua en la finca Lote1, la cual se encuentra ubicada estratégicamente en la vereda la Catana del municipio de Sotará-Cauca. Esta iniciativa busca diversificar las fuentes de abastecimiento y fortalecer la autonomía hídrica del municipio de Timbío.

A lo largo de este proyecto, se realizarán diversas actividades que incluyen la revisión y compilación de información existente, visitas técnicas al área de estudio, análisis de los aspectos ambientales, socioeconómicos del entorno, así como la elaboración de un plan de gestión ambiental. Además, se llevará a cabo análisis de cartografía temática para desarrollar de manera precisa el análisis espacial del área a estudiar.

Los resultados de este proyecto no solo contribuirán a mejorar el acceso al agua potable en el municipio de Timbío, proporcionará información de manera concisa, las cuales servirán de apoyo, buscando lograr que también centren las bases para futuras decisiones de gestión hídrica

en la región. Asimismo, se espera que los hallazgos obtenidos puedan ser utilizados como referencia para otros proyectos similares en áreas con desafíos que presenten similitud en cuanto al suministro de agua.

En resumen, este proyecto representa un esfuerzo multidisciplinario y estratégico para abordar un problema prioritario en la región, buscando soluciones innovadoras y sostenibles que beneficien a la comunidad y promuevan el desarrollo integral del municipio de Timbío.

#### **4. Área de estudio y descripción del entorno**

El Municipio de Sotará es una entidad territorial del Departamento del Cauca, Colombia, fundado en 1879. Esta localidad se encuentra ubicada en la región central del departamento, con su cabecera municipal localizada en las coordenadas geográficas 2°19' de latitud norte y 76°34' de longitud oeste de Greenwich. (Alcaldía municipal de Sotara, Cauca, 2022)

El territorio del municipio está dominado por la Cordillera Central y forma parte de la cuenca del río Patía. El relieve montañoso de la región conlleva una variedad de microclimas, con diferencias notables en factores como temperatura, precipitación, humedad relativa y vientos en distintas regiones del territorio. (Turismo, 2020) Además, el recurso suelo se ve afectado por la falta de uso y manejo adecuado de la cobertura vegetal, la ampliación descontrolada de la frontera agrícola, la inadecuada extracción y explotación de canteras y areneras, la contaminación por agroquímicos, la vulnerabilidad de la población asentada en zonas de riesgo y la tenencia de tierra. (IGAC, 2022). Cuenta con una extensión territorial de 194 km<sup>2</sup>, con una población total de 10.189 habitantes (DANE, 2018). La economía del municipio se basa principalmente en la agricultura, ganadería y la producción de panela, aunque también se destaca la presencia de pequeñas empresas y negocios en el sector servicios. En el municipio predominan

cultivos como la papa (*Solanum, sp*), la fresa, las hortalizas, los ullucos, la arracacha y la cebolla. También se cultiva el maíz (*zeamaiz*), frijol (*Phaseolusvulgaris*), arveja (*Pisumsativum*), zanahoria (*Daucus carota*) entre otros. (Alcaldía municipal de Sotara, Cauca, 2022)

La ganadería es la actividad económica predominante en el municipio, seguida de la producción agrícola, la cual tiene un nivel relativamente bajo. Entre los cultivos destacados con mayor rendimiento se encuentran la papa y algunos frutales, especialmente la mora y la fresa. El sector agropecuario juega un papel crucial en la economía del municipio, especialmente en lo que respecta a la cría de ganado de doble propósito (carne y leche). Sin embargo, los niveles de producción no son óptimos debido a las limitaciones económicas y tecnológicas que afectan esta actividad. En cuanto a la piscicultura, se destina principalmente al autoconsumo y también se lleva a cabo el cultivo comercial de especies nativas como la trucha, las sardinas y las sabaletas. (Alcaldía municipal de Sotara, Cauca, 2022)

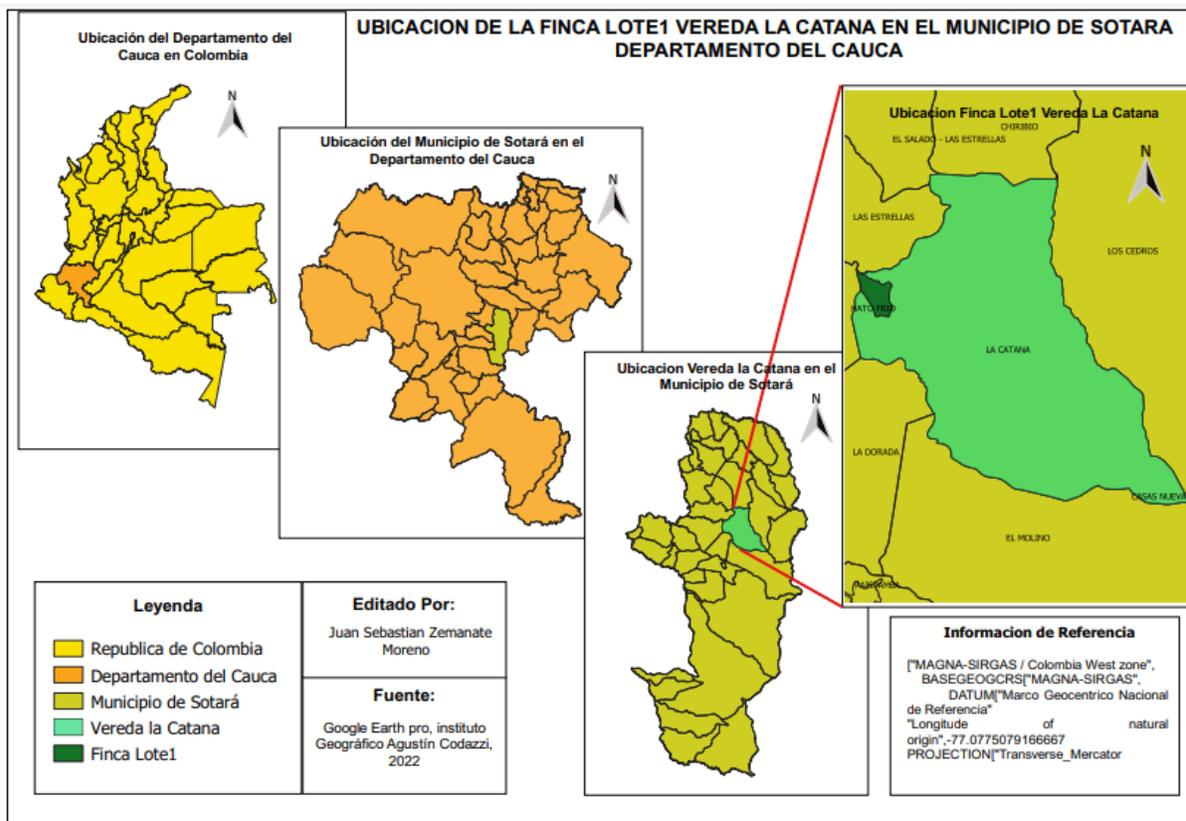
El municipio de Sotará cuenta con abundantes fuentes de agua, que tienen nacimiento en las numerosas alturas que se encuentran ubicadas especialmente en el extremo oriental en límites con el municipio de Puracé y con el Departamento del Huila. Los principales ríos son afluentes de los ríos Patía y Cauca, a cuyas cuencas pertenecen, y suministran el agua necesaria para el consumo humano y producción agropecuaria a los municipios vecinos como Popayán, Timbío, Rosas, La Sierra, La Vega y el Tambo. El municipio limita al Oriente con el municipio de Puracé, al Occidente con los municipios de Timbío, Rosas y la Sierra, al Norte con el municipio de Popayán y al Sur con el municipio de La Vega (ver mapa 1). La cabecera municipal se encuentra a una altitud de 2600 metros sobre el nivel del mar. (Alcaldía municipal de Sotara, Cauca, 2022)

El recurso hídrico es un recurso vital para el municipio y se ve principalmente afectado por la contaminación de ríos, quebradas y lagos por vertimientos de aguas residuales, el uso de agroquímicos en las vertientes y los vertimientos de aguas mieles generados por el despulpe de café que suelen contener nitrógeno amoniacal, fósforo, potasio, magnesio entre otros minerales. (IGAC, 2022)

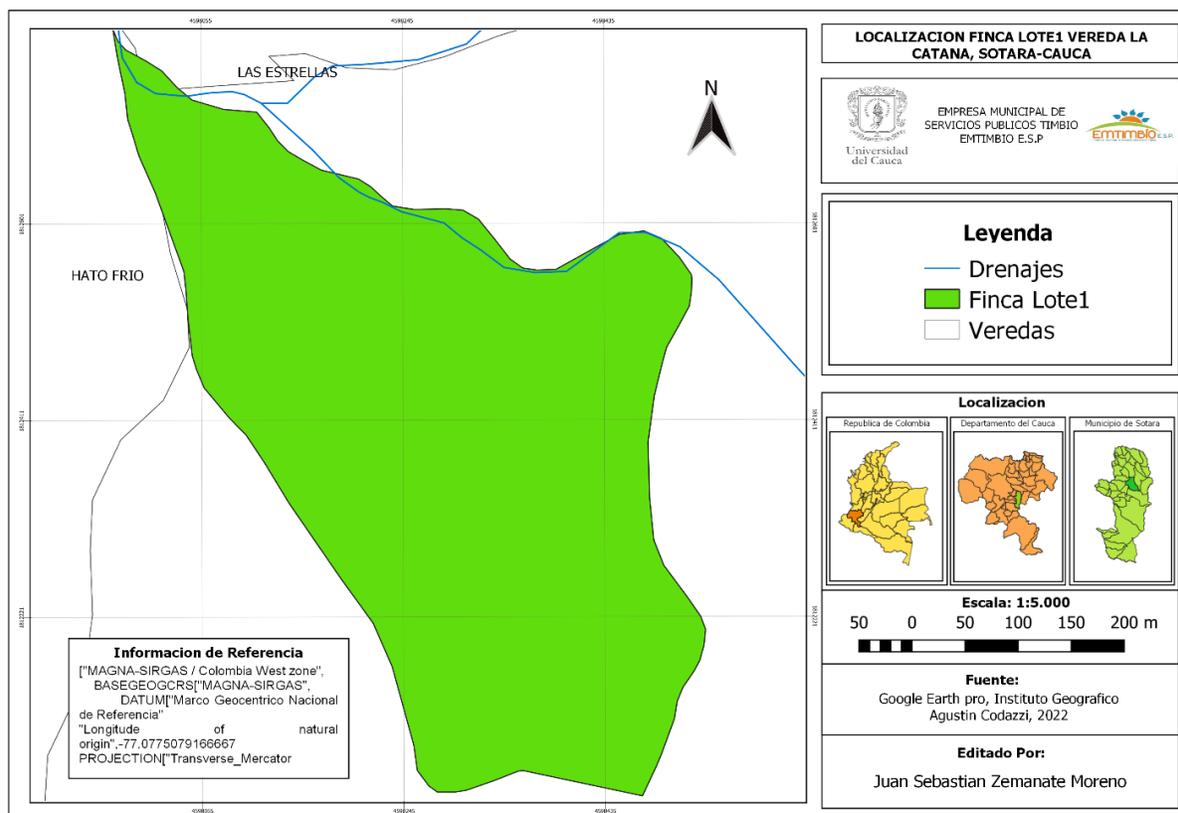
El área de estudio se encuentra en la finca Lote1, la cual representa una superficie de 21 hectáreas y se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas  $2^{\circ}17'50.6218''N$  y  $76^{\circ}36'43.5249''W$  ( Google Earth, 2023) (ver mapa 2). La finca se encuentra en la parte alta de la microcuenca Presidente, en una zona de pendientes fuertes, alta susceptibilidad a los movimientos en masa, alta acidez. Estas características determinan los usos recomendados del suelo, los cuales son la conservación de los recursos naturales y las plantaciones forestales. (IGAC, 2022)

De esta manera se denota la importancia Hídrica que presenta el municipio de Sotaró para el departamento del Cauca, y como los municipios colindantes de este hacen uso del líquido para el consumo humano y actividades agrícolas, entre otras

Mapa 1 Ubicación de la finca lote1 vereda la Catana en el municipio de Sotará departamento del Cauca



Mapa 2 Localización Finca lote1 vereda la Catana Sotará-Cauca



## 5. Planteamiento del problema

La microcuenca del Río Presidente en el municipio de Paispamba, Sotará - Cauca, Colombia, presenta una importante fuente de agua para el consumo humano y la agricultura. Sin embargo, la falta de información detallada sobre la calidad y cantidad de agua disponible, así como la falta de un análisis de los factores físicos y ambientales que influyen en la distribución de la misma, plantea el desafío de identificar las zonas óptimas para la construcción de una bocatoma que permita la captación y distribución eficiente de agua para la comunidad. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar la ubicación más adecuada para la construcción de una bocatoma en la microcuenca del Río Presidente, en la finca Lote1, considerando las variables físicas y ambientales de la zona.

En este contexto, el presente proyecto se enfoca en el análisis geográfico con el objetivo de identificar las zonas más adecuadas para la captación de agua del Río Presidente. Para ellos se llevará un análisis general exploratorio de las características físico químicas de la calidad del agua y que se relacionan con las condiciones geográficas del área de trabajo. Se tendrán en cuenta las bocatoma existentes en la cuenca y se compararán los resultados obtenidos con los estudios previos realizados en la región, a fin de determinar la viabilidad de la construcción de una nueva bocatoma en la microcuenca del municipio de Paispamba, Sotará.

¿Cuál es la mejor ubicación para la captación de agua en la microcuenca del río Presidente en el municipio de Paispamba de Sotará-Cauca, Colombia, considerando aspectos hidrogeológicos, topográficos y ambientales, y su potencial impacto en la disponibilidad hídrica y la calidad del agua para consumo humano y agrícola?

## **6. Justificación**

El presente proyecto tiene como objetivo determinar la viabilidad de establecer un punto de captación de agua en la finca Lote1, ubicada en el municipio de Sotará, Cauca, con la finalidad de incrementar el volumen de agua disponible para el municipio de Timbío y satisfacer la demanda creciente de su población.

La finca Lote1 cuenta con una superficie de 21 hectáreas y se encuentra en una zona de pendientes fuertes, con niveles moderados y severos de erosión, alta acidez, alta saturación de aluminio y fertilidad baja (IGAC, 2022) Por esta razón, se recomienda su uso para la conservación de los recursos naturales y plantaciones forestales, y se deben implementar prácticas intensivas para la recuperación y protección de los suelos afectados por la erosión, así como proteger los nacimientos de agua, la fauna y flora silvestre.

En este contexto, se busca determinar la viabilidad de establecer un punto de captación de agua en la finca Lote1, a fin de aumentar el volumen de agua disponible para el municipio de Timbío. Esta finca representa una oportunidad única para el municipio de Timbío, ya que su adquisición permitiría la posibilidad de captar agua en un punto estratégico y aumentar el volumen de agua disponible para la población, así como para posibles proyectos productivos. Además, la finca cuenta con una ubicación privilegiada y estratégica, este proyecto es relevante debido a que, a pesar de que actualmente el municipio no tiene escasez de agua, se espera un crecimiento demográfico en el futuro cercano que podría agotar la capacidad de la bocatoma actual, por lo que se hace necesario buscar alternativas para satisfacer la demanda de agua de la población.

Este proyecto es importante porque con el presente estudio la alcaldía municipal de Timbío podrá saber los beneficios y las causalidades que se puede generar en la adquisición de este predio en el municipio de Sotará

Los beneficiarios finales del proyecto son las personas del municipio de Timbío, tanto en la zona urbana como en la rural, quienes tendrán acceso a un mayor volumen de agua potable y podrán satisfacer sus necesidades de manera más eficiente y sostenible.

En conclusión, el presente proyecto busca determinar la viabilidad de la finca Lote1 y la posibilidad de establecer un punto de captación de agua en dicho predio, ubicada en el municipio de Sotará, Cauca, con la finalidad de incrementar el agua disponible para el municipio de Timbío y satisfacer la demanda creciente de su población.

## **7. Objetivos**

### ***7.1. Objetivo General***

Determinar la viabilidad técnica y ambiental para la captación de agua de la microcuenca Presidente en la finca Lote1, ubicada en el municipio de Sotará, Cauca, como alternativa para el suministro de agua en el municipio de Timbío.

### ***7.2. Objetivos Específicos***

- Análisis del componente ambiental del área de importancia estratégica para el recurso hídrico, por medio de la elaboración cartografía temática.
- Realizar un diagnóstico técnico ambiental de la finca Lote1 y su entorno inmediato
- Análisis de contexto ambientales, económicas y sociales del entorno en el que se ejecutará el proyecto y el punto de captación.
- Analizar los puntos de captación de agua en la finca Lote1 y sus parámetros físicos

## **8. Marco teórico**

En el ámbito nacional, varios estudios se han enfocado en la gestión del agua en Colombia. Por ejemplo, según el informe de la (Contraloría General de la República, 2018), uno de los principales desafíos en la gestión del agua en Colombia es la falta de información y la deficiente planificación y gestión de los recursos hídricos por parte de las autoridades. También se han señalado problemas en la infraestructura para la captación y distribución de agua potable, así como en la falta de recursos para la protección de las fuentes de agua. En la actualidad, la

gestión del agua en zonas rurales es un tema de gran importancia debido a la necesidad de garantizar la seguridad hídrica para las poblaciones. El agua es un recurso limitado y esencial para la vida, por lo que su gestión debe ser realizada de manera responsable y sostenible. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el acceso al agua potable es un derecho humano básico, por lo que garantizar su disponibilidad es un deber de los gobiernos y de la sociedad en general (OMS, 2021).

En el municipio de Timbío, la población ha experimentado un aumento constante en los últimos años, lo que ha generado una mayor demanda de agua potable. Aunque actualmente no existe una escasez de agua en el municipio, es necesario planificar a futuro y tomar medidas preventivas para garantizar la disponibilidad de agua en el futuro.

El proyecto de determinar la posibilidad de establecer un punto de captación de agua en la finca Lote 1 en Sotará-Cauca, en la microcuenca presidente, adquiere gran relevancia para el municipio de Timbío. Esta finca se encuentra en una ubicación estratégica que podría servir como fuente adicional de agua para el municipio, lo que permitiría satisfacer las necesidades de la población a medida que ésta continúa creciendo.

El objetivo principal del proyecto es determinar si es factible la implementación de un punto de captación de agua en la finca Lote 1, ubicada en Sotará-Cauca, con la finalidad de aumentar el volumen de agua disponible para el municipio de Timbío, se busca prever futuras necesidades de agua y garantizar su suministro a largo plazo.

Para alcanzar este objetivo, se realizará un estudio detallado de la finca Lote 1, que determinará la evaluación de la calidad del agua, la topografía del terreno, la identificación de nacimientos de agua y el análisis de la disponibilidad de recursos hídricos. Además, se

considerarán las limitaciones presentes en la zona, como las fuertes pendientes, la erosión y la acidez del suelo.

El proyecto se desarrollará con la finalidad de contribuir al desarrollo sostenible de la región, a través de la implementación de prácticas adecuadas para la conservación y recuperación de los recursos naturales. Para ello, se implementarán prácticas intensivas de recuperación y protección de los suelos afectados por la erosión, y se protegerán los nacimientos de agua, fauna y flora silvestre presentes en la zona

En cuanto a la viabilidad del proyecto, se espera que los resultados del estudio permitan determinar la factibilidad de la implementación de un punto de captación de agua en la finca Lote 1, lo que a su vez permitiría aumentar el volumen de agua disponible para el municipio de Timbío. De esta manera, se contribuiría a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región, garantizando el suministro de agua potable.

## **9. Marco Conceptual:**

*Análisis espacial:* La aplicación de técnicas de análisis espacial permite abordar situaciones complejas relacionadas con la localización, investigar y comprender los datos desde una perspectiva geográfica, determinar relaciones, detectar y cuantificar patrones, evaluar tendencias, y realizar predicciones y tomar decisiones (ArcGisPro, 2022).

*Bocatomas:* La bocatoma es una estructura hidráulica construida sobre un río o canal con el propósito de desviar una porción o la totalidad del agua disponible para su uso en diversas actividades, tales como abastecimiento de agua potable, agricultura, refrigeración de instalaciones industriales, entre otros. (Cabrera, 2017)

*Pendiente:* El grado de inclinación de un terreno se refiere a la relación entre su inclinación y la horizontal de una vertiente. En otras palabras, indica la medida en que el terreno se inclina. En este contexto, cuanto más pronunciada sea la inclinación, mayor será la pendiente del terreno. (Significados.com, 2023)

*captación de agua:* se refiere al punto o puntos de donde provienen las aguas utilizadas para el suministro, así como a las diferentes estructuras y obras necesarias para recolectar dichas aguas. Estas obras pueden variar en su naturaleza y pueden incluir sistemas de canalización, pozos, embalses, entre otros, con el fin de recoger y dirigir adecuadamente el agua para su posterior uso. (Perez Cruz , 2011)

*cobertura vegetal:* “Definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales.” Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2022, pág. 7)

*Microcuenca:* corresponde al área más pequeña dentro de una cauce de aguas superficiales, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, Estos cauces pueden tener un flujo de agua continuo o intermitente y se unen en un curso mayor. A su vez, este curso mayor puede desembocar en un río principal, un embalse natural, un pantano o directamente en el mar. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible , 2022)

*Predio:* Terreno o lote individualizado, de propiedad privada o bien fiscal, identificado con un folio de matrícula inmobiliaria (Artículo 1 del Decreto 075, 2013)

*frontera agrícola:* La frontera agrícola se define como “el límite del suelo rural que separa las áreas donde se desarrollan las actividades agropecuarias, las áreas condicionadas y las

áreas protegidas, las de especial importancia ecológica, y las demás áreas en las que las actividades agropecuarias están excluidas por mandato de la ley”. (MADS, citado por, UPRA, 2018, pág. 26)

## **10. Estado del arte**

En el presente apartado, se presentarán diversas investigaciones de carácter local, nacional e internacional que se encuentran vinculadas con la problemática del proyecto. A continuación, se procederá a describir cada uno de los trabajos de investigación con sus objetivos, aportes, metodología empleada y resultados obtenidos, con el propósito de enriquecer el marco teórico y contextualizar adecuadamente la presente investigación.

### **10.1. Internacionales:**

Perez (2011) realiza un estudio sobre Estudio hidrológico para determinar el caudal de diseño de la Bocatoma del Proyecto de Irrigación Ponaza, utilizando el Método de Us Soil Conservation Service. En el cual determinar los parámetros hidrofisiográficos de la Cuenca del río Ponaza, utilizando el Método del Us Soil Conservation Service los caudales máximos para diferentes períodos de retorno hasta la sección donde se emplazará la Bocatoma y obras de captación del sistema de riego Ponaza, El manejo apropiado del agua puede conducir a excelentes resultados en el desarrollo económico y social de la población. En la agricultura, el agua es de suma importancia no sólo para alcanzar las cosechas esperadas, sino para garantizar la alimentación de las poblaciones. La metodología utilizada para el desarrollo del presente Informe de Ingeniería consistió en la aplicación de las teorías existentes sobre hidrología e hidráulica de ríos, tanto para el cálculo de máximas avenidas y el caudal de diseño y también el diseño hidráulico de la Bocatoma para el proyecto de Irrigación Ponaza. En los resultados de N=60 Se

ha obtenido teniendo en consideración los aspectos de condición hidrológica (buena, regular y pobre), grupo hidrológico de suelo (A: bajo potencial de escorrentía, B: moderado bajo potencial de escorrentía, C: moderado alto potencial de escorrentía y D: alto potencial de escorrentía), uso de la tierra y tratamiento de la tierra (cultivada, cubierta de pastos y cubierta de bosques y arboledas) Para el desarrollo del presente estudio, se ha utilizado la información pluviométrica registrada en la Estación Tingo de Ponaza durante el período. 1995 – 2009. Así mismo, la Carta Nacional elaborada por el IGN, referida a la parte que corresponde a la provincia de Picota. Así mismo, el levantamiento topográfico de detalle del lugar donde se emplazará la Bocatoma, ha sido actualizado y proporcionado por el PEHCBM.

Por su parte Orosco (2015) *Criterios de diseño de la bocatoma “el vado” en el río Arma con fines de riego - provincia de Condesuyosarequipa*. Plantea criterios de diseño para la construcción de una estructura hidráulica de captación en régimen supercrítico, donde el flujo del río en la zona de captación tiene una pendiente erosiva que causa que el flujo sea supercrítico, para que conjuntamente con las demás obras posibiliten la ampliación de la frontera agrícola y atender la demanda de la población de la Provincia de Condesuyos y Arequipa. La presente tesis trata sobre criterios de diseño de la Bocatoma “El Vado” con fines de ampliación de frontera agrícola, utilizando las aguas del río Arma, ubicada en la Provincia de Condesuyos, región Arequipa. Con finalidad de aplicar y extender los conocimientos adquiridos en los temas de hidrología, con los cuales se dará la mejor alternativa para el diseño dependiendo de las características del lugar donde se diseñará la estructura. Existen varios métodos hidrológicos que podrían ser utilizados, se justifica la utilización de ellos, se buscó la mejor opción por las características propias y con el cual se obtiene el mejor resultado.

El siguiente artículo de Torres Hugues, (2019) *trata sobre La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente*. La cual realiza una revisión bibliográfica sobre las tecnologías para el aprovechamiento del agua de lluvia que se han implementado en diferentes épocas y lugares del planeta. El método aplicado se basa en el desarrollo tecnológico presentado a lo largo de la historia, se toma la información de los sistemas de captación de agua lluvia, los antecedentes históricos de obtención de agua para el consumo humano y otras labores alrededor del mundo, Los sistemas de captación de agua de lluvia, teniendo en cuenta su diversidad, tuvieron gran difusión en tiempos ancestrales, pudiéndolos encontrar en Europa, América, Asia y África, sobre todo en las regiones con escasez. Los usos más frecuentes a los que se destinó este recurso fueron doméstico, consumo humano y agrícolas, tanto en zonas rurales como urbanas.

Burga (2020) presenta *Estudio hidrológico para el diseño de la bocatoma Prada - distrito Motupe - departamento Lambayeque*. Su objetivo se basa en Evaluar el funcionamiento hidrológico de la cuenca del Río Motupe. El presente estudio evaluó las condiciones hidrológicas y meteorológicas de la cuenca del río Motupe, con el fin de conocer su comportamiento y caracterizar cada una de las variables del ciclo hidrológico. Una vez realizado este proceso, se determinará el Balance Hídrico de la cuenca, que nos permitirá conocer la disponibilidad del recurso hídrico durante todos los meses del año. El presente estudio evaluó las condiciones hidrológicas y meteorológicas de la cuenca del río Motupe, con el fin de conocer su comportamiento y caracterizar cada una de las variables del ciclo hidrológico. Una vez realizado este proceso, se determinará el Balance Hídrico de la cuenca, que nos permitirá conocer la disponibilidad del recurso hídrico durante todos los meses del año.

## 10.2. Regionales:

El primero es un artículo científico el cual titula como “*revisión de parámetros físico-químicos como indicadores de calidad y contaminación del agua*” de Samboni Ruiz, Carvajal Escobar, & Escobar, (2007). El artículo examina el uso de parámetros físico-químicos como indicadores de calidad y contaminación del agua, y analiza la metodología empleada para construir índices en este campo. Se revisan diferentes índices utilizados en distintos países y se destaca la importancia de considerar múltiples variables al evaluar la calidad del agua. Además, se enfatiza la necesidad de adaptar o desarrollar nuevos indicadores para abordar problemas específicos de una región en particular. El artículo proporciona una revisión exhaustiva de los métodos e índices utilizados para evaluar la calidad del agua, resaltando variables como el nitrógeno, el fósforo y los sólidos suspendidos. También se menciona la importancia de comunicar la calidad del agua de manera clara y accesible al público. El estudio fue realizado por el grupo de investigación en Ingeniería de Recursos Hídricos y Desarrollo de Suelos (Irehisa) de la Universidad del Valle, con el apoyo de la Corporación Autónoma Regional del Cauca.

Hernández (2013) presenta en su trabajo *Caracterización y análisis de la amenaza y vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca de la Quebrada Cay, Ibagué, Departamento del Tolima*. El objetivo de este consiste en Caracterizar la amenaza por taludes y laderas inestables y analizar el riesgo asociado a la vulnerabilidad física en la microcuenca de la quebrada Cay, municipio de Ibagué, departamento del Tolima a través del desarrollo y aplicación de una metodología de evaluación del riesgo asociado a vulnerabilidad física. Se realizó una primera etapa de recopilación de información, recorridos de campo, realización de inventario de taludes inestables, determinación de los mecanismos y tipologías de los movimientos presentes en los taludes de la microcuenca, elección de las herramientas y

técnicas de análisis (Vulnerabilidad, amenaza y riesgo). Posteriormente, se analizan los datos y se genera y contrasta la hipótesis de trabajo. El paso siguiente es la obtención de resultados que serán verificados y validados antes de extraer las conclusiones que serían el último capítulo de la investigación. Para este trabajo se considera los factores detonantes que generan amenaza y vulnerabilidad física en la microcuenca son: pendientes, formaciones superficiales, clima - precipitación, uso del suelo, proximidad a la falla Chapetón Pericos y la quebrada CAY. Así se estableció una metodología cuyo objetivo fue determinar los taludes inestables más críticos desde el punto de vista de la amenaza y la vulnerabilidad física a los cuales se les realizó el diseño de obras civiles de mitigación para su prevención, y/ o control. El estudio caracterización y análisis de la amenaza y vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca de la quebrada Cay, Ibagué, departamento del Tolima. El cual parte del inventario de zonas inestables (taludes y laderas fallados), posteriormente y a través de la determinación del riesgo asociado a vulnerabilidad física, se escogieron los seis taludes más críticos desde el punto de vista de la metodología RVF(riesgo asociado a vulnerabilidad física), a los cuales se les realiza el cálculo del factor de seguridad y se propone el diseño de medidas preventivas y correctivas.

De la siguiente manera Taborda & Venegas (2016) presentan *Elaboración del mapa de riesgos de calidad del agua para consumo humano de la quebrada la Hoya en el municipio de Zipaquirá Cundinamarca*. En la cual tienen como objetivo Formular una propuesta metodológica para la elaboración del mapa de riesgos de la calidad del agua para consumo humano de la Quebrada La Hoya, fuente que abastece de agua el acueducto de la vereda San Jorge del municipio de Zipaquirá. El proyecto se desarrolló de conformidad a lo establecido en la resolución 4716 de 2010, capítulo II Elaboración mapas de riesgo de la calidad de agua para

consumo humano de acuerdo a los artículos 4 y 5 donde se especifica los pasos a seguir para su elaboración, selección e identificación de la zona, además se utilizó el manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua de la OMS, el cual brindó la metodología para la determinación de peligros, eventos peligrosos y evaluación de riesgo a la calidad de agua en las fuentes de abastecimiento de los sistemas de distribución. A lo largo del recorrido se evidencia que este cuerpo de agua abastece un total de 5 acueductos Veredales: Páramo de Guerrero, Ventalarga, San Jorge, Río Frio, a su vez el municipio de Zipaquirá, lo que significa que esta quebrada, es indispensable para el sistema de abastecimiento del acueducto del municipio. La bocatoma del acueducto AUSAVESJAB es la única que tiene una estructura de protección por lo que existe un área de conservación forestal aproximadamente de 4000m<sup>2</sup>, esto ofrece que la bocatoma no esté expuesta de forma directa a las actividades agroeconómicas que se llevan en la región y que pueda existir un equilibrio en la captación del agua.

Soto Trujillo (2018) realizó la investigación *Evaluación de la vulnerabilidad física de líneas vitales públicas, ante deslizamientos en la cuenca del Río Únete en el municipio de Aguazul, Casanare*. A través de su estudio Evalúa la vulnerabilidad física de las líneas vitales públicas, ante deslizamientos en la parte alta de la cuenca del río Únete en el municipio de Aguazul, Casanare. En consecuencia, de la variabilidad climática y de la litología del suelo del municipio de Aguazul Casanare, se presentan gran número de afectaciones tanto a los habitantes como a la infraestructura económica y social del municipio. En los últimos años, la variabilidad climática de Colombia se ha visto seriamente afectada por fenómenos como el niño o la niña, estos fenómenos traen consigo diferentes afectaciones para el país en distintas regiones, por su ubicación geográfica, el municipio de Aguazul presenta altos volúmenes de precipitación causando en todo el municipio afectaciones por fenómenos de remoción en masa. La

metodología que se planteó en esta investigación está ligada a la Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa establecida por el servicio geológico Colombiano. Esta investigación es de tipo estudio de caso, pues se estudiará la vulnerabilidad presente en estructuras específicas de infraestructura pública del territorio correspondiente al municipio de aguazul Casanare dentro de la cuenca del río únete, siendo así un análisis específico para estas unidades establecidas. Conforme al cumplimiento de los objetivos propuestos, la vulnerabilidad, se evaluó de manera cuantitativa y cualitativa. Para la realización de esta investigación, se llevaron a cabo 5 fases que dieron como resultado la evaluación final de la vulnerabilidad. La conformación geológica y geomorfológica del municipio, está establecida en su mayoría por suelos arcillosos que condicionan y predisponen el terreno a tener poca estabilidad, además de las características hidrogeológicas, las altas pendientes y ubicación orográfica ocasionan que se presenten constantemente fenómenos de remoción en masa a lo largo de todo el territorio. Las encuestas evidenciaron que la población se ha visto afectada frecuentemente por eventos naturales, en su mayoría deslizamientos; se encontraron zonas con mayor susceptibilidad a sufrir deslizamientos como lo es el sector de Únete, en este sector, se encuentran los tramos más vulnerables de la línea de acueducto y de la red vial (puentes). El servicio público del acueducto, es el que presenta un menor grado de vulnerabilidad a sufrir daños que ocasionen la interrupción total del servicio en comparación a las otras líneas vitales ya que los eventos que han ocurrido en el pasado, han obligado a la reubicación de algunos tramos de la línea de conducción a lugares menos vulnerables, sin embargo, se sigue siendo susceptible en algunos sectores a lo largo de la línea de conducción y en las estructuras principales como lo es la bocatoma y el desarenador.

Huerfano & Segura (2019) *Diagnóstico y optimización del sistema de acueducto veredal Asuarcopsa de Anapoima entre la bocatoma y la planta de tratamiento*. Su objetivo consta en realizar una propuesta de optimización del sistema de acueducto veredal ASUARCOPSA para garantizar suministro de agua tanto en calidad, cantidad y continuidad del servicio. El programa Agua a la Vereda consiste en apoyar a los cundinamarqueses, para que cada acueducto rural funcione como una empresa moderna, fortalecida administrativa, legal, financiera, técnica y comercialmente, teniendo en cuenta la preservación, conservación y restauración de las fuentes hídricas naturales. En el proyecto se realiza una metodología en 6 fases, las cuales se tiene como propósito la recolección de información, estudios y análisis hidrológico, visitas técnicas, entre otros. Con la información recopilada de los censos poblacionales del DANE, se realizaron las proyecciones de población para el municipio de Anapoima, teniendo en cuenta el periodo de diseño de 25 años para sistemas de acueductos; estipulado en la resolución 0330 de 2017. Con este índice de crecimiento año a año se extrapola la población de las veredas a las que llega el acueducto veredal ASUARCOPSA, teniendo en cuenta que a la fecha cuenta con 570 suscriptores para una población cercana a 2850 que corresponden al 19.3% del total de la población del municipio. Para el año 2019 se determinó el caudal medio diario en 6.16 L/s de acuerdo con la dotación neta por habitante de 140 L/habitante x día, establecido en la resolución 0330 de 2017, incluyendo las pérdidas actuales del sistema estimadas en 25%. La evapotranspiración media anual, calculada a partir de la distribución espacial, es de 90 mm aproximadamente, que es un 33.3% menor que la precipitación media mensual. La temperatura media mensual estimada a partir de la especialización de datos de las estaciones meteorológicas de la zona es de 16°C en la parte alta de la cuenca y de 23°C en la parte baja de la cuenca. De acuerdo con el índice de escasez establecido por el IDEAM, se tiene que la cuenca del acueducto

ASUARCOPSA en época de sequía, presenta un índice medio alto de escasez y en época húmeda el índice de escasez es mínimo.

### **10.3. Locales:**

Bolaños Noguera, (2010) presenta *Diagnóstico y prospectiva para la formulación de alternativas de manejo para la protección y conservación en la subcuenca Timbío alto, municipio de Timbío, departamento del cauca*. Tiene como objetivo realizar y evaluar el diagnóstico y la prospectiva que permita definir acciones de protección y conservación de la subcuenca Timbío Alto en el Departamento del Cauca. La subcuenca Timbío Alto, la cual comprende las veredas El Salado-Las Estrellas y Las Estrellas, en la jurisdicción del municipio de Sotará, zona sobre la cual se realizará el diagnóstico ambiental con el fin de determinar las condiciones biofísicas actuales. La subcuenca está compuesta por nacimientos que tributan sus aguas al río El Salado, que posteriormente toma el nombre de río Timbío, donde se encuentra la bocatoma que surte de agua al acueducto de la cabecera municipal de Timbío, por medio de EMTIMBIO E.S.P. la cual es una empresa comercial de servicios públicos del estado del orden municipal, encargada de prestar los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. Se hace necesario determinar el grado de influencia que ejercen las prácticas socioeconómicas y demográficas de los usuarios del acueducto y los habitantes de la subcuenca sobre las fuentes de agua con miras a ejecutar un plan de manejo para su protección y conservación

Garzón Bravo & Rodríguez Ruiz, (2012) presentan *Diagnóstico biofísico y socioeconómico de la microcuenca del río los cedros, corregimiento de chiribío, municipio de sotará*. El objetivo de esta investigación fue generar la línea base que facilite la toma de decisiones frente al programa de uso eficiente y ahorro de agua y a la definición de estrategias

para el manejo, restauración y conservación de la microcuenca, lo cual, se realizó con la caracterización biofísica y socioeconómica de la microcuenca del río Los Cedros y conocimiento de las características morfométricas de la microcuenca y así, definir estrategias generales desde el análisis de la línea base, buscando un adecuado manejo del recurso hídrico. La metodología presentada es investigativa de la cual obtienen datos a nivel local y regional correspondiente al área de estudio realizando, cálculos de parámetros hidrológicos y encuesta a pobladores de la microcuenca para obtener datos biofisicos, sociales y económicos

Entimbio E.S.P. (2016) La empresa de servicios públicos presenta el *Plan de uso eficiente y ahorro del agua empresa municipal de servicios públicos de Timbío – Entimbio e.s.p. 2016 – 2021*. En el cual implementa el Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua mediante los principios establecidos por la legislación nacional que sean congruentes con los programas de desarrollo sostenible, socialmente consensuados y económicamente viables para el municipio de Timbío. En el cual se da a conocer el estado actual de los recursos hídricos municipales mediante un diagnóstico donde se determine las condiciones fisicoquímicas y la demanda y oferta hídrica, El Municipio de Timbío, está localizado hacia la parte centro oriental del departamento del Cauca, en las estribaciones occidentales de la Cordillera Central, se caracteriza por presentar una red hidrológica que tributa a dos grandes cuencas hidrográficas de Colombia: La cuenca del Río Cauca y la Cuenca del Río Patía. La primera drena sus aguas a la vertiente del caribe y la segunda a la vertiente del Pacífico.

Instituto Cinara Universidad del Valle, (2017) *Informe de diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua para la cabecera municipal de Timbío*. Su objetivo es fortalecer los mecanismos y herramientas relacionadas con la toma de decisiones, monitoreo de la calidad del agua y alertas tempranas por parte de los municipios para la adaptación a la variabilidad y al

cambio climático de sistemas de abastecimiento. El enfoque metodológico, de carácter participativo, sigue las fases del ciclo del proyecto como un ordenante de las actividades que se desarrollan en la búsqueda de las soluciones tecnológicas y mejoramiento de infraestructura existente. La organización de las diferentes etapas que deben ser abordadas durante el proyecto se convierte en otro elemento central de la metodología, la ejecución del diagnóstico, permite vislumbrar las potencialidades y recursos institucionales y comunitarios que pueden garantizar en un futuro la sostenibilidad de las tecnologías a implementar en AAA. Pero más que este factor, es fundamental para tomar decisiones conjuntamente con los miembros de la comunidad sobre las opciones tecnológicas con potencial para ser propuestas e implementadas en la localidad

Botina & Orozco (2017) realizaron la investigación *Diagnóstico biofísico y socioeconómico de la microcuenca presidente que surte los acueductos, el saladito y las cruces, municipio de Timbío-cauca*. El objetivo del presente estudio es la construcción de un diagnóstico biofísico y socioeconómico de la microcuenca Presidente, para lo cual se realizó una caracterización aguas arriba de las bocatomas El Saladito y Las Cruces, en 1.394 Ha, teniendo en cuenta los parámetros morfométricos, y diagnóstico de los aspectos socioeconómicos y ambientales dentro del territorio de influencia. Se desarrolla una investigación de tipo mixta de corte transversa. La microcuenca Presidente surte dos acueductos rurales, uno llamado acueducto las Cruces, con un área de 1.394 Ha, de las cuales 517 Ha son compartidas con la zona que drena sus aguas hacia la bocatoma del sistema El Saladito, de estas se benefician aproximadamente 2.370 suscriptores de 20 veredas y 3 barrios del municipio de Timbío. - Estos acueductos son vulnerables a periodos de escasez en épocas de verano y a afectaciones a la infraestructura en invierno, principalmente por el arrastre de materiales, lo cual se ve favorecido por las fuertes

pendientes que presenta el cauce principal. - La calidad del agua de los dos acueductos se encuentra supeditada a la implementación del sistema de tratamiento de agua potable, los cuales deberán abordarse a partir de sistemas convencionales, alternativos o filtros caseros, complementados con un adecuado manejo de las aguas residuales provenientes de las viviendas ubicadas en la microcuenca a abastecedora.

Benavides (2018) en la investigación *Actualización del catastro de redes y usuarios para la asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras de pequeña escala del municipio de Timbío "ASOTIMBIO"* el objetivo que nos presenta este estudio se basa en actualizar el catastro de redes y usuarios existente de La Asociación de Usuarios del Distrito de Adecuación de Tierras de Pequeña Escala del municipio de Timbío "ASOTIMBIO" la metodología para realizar la actualización del catastro de redes y usuarios para la Asociación de Usuarios del Distrito de Adecuación de Tierras de Pequeña Escala del municipio de Timbío "ASOTIMBIO" fundamento inicialmente en recorrer la trayectoria de la red hidráulica del distrito de riego, identificando y caracterizando el estado de la tubería y los diferentes usos que los usuarios le están dando al recurso hídrico obtenido a través del servicio prestado por ASOTIMBÍO. En esta revisión se puede apreciar el número de veredas con acceso a agua potable en el municipio, a su vez enseña los suministros y tipos de tuberías, cantidad de familias que son acreedoras del servicio de agua y los posibles usuarios potenciales, además de esto permite observar la caracterización de los usos del agua del distrito de riego como lo pueden ser en cultivos, ganado entre otros.

Carvajal (2018) en su trabajo *Caracterización de fuentes abastecedoras de agua en los municipios de Popayán y Timbío-Cauca*, presentando como objetivo realizar un diagnóstico socio-ambiental de las fuentes abastecedoras de agua de los acueductos de los municipios de

Popayán y Timbío-Cauca. El informe del Foro Económico Mundial de Riesgos Globales del año 2014 destaca la "crisis del agua" como una de las principales preocupaciones a nivel mundial, afectando a más de un tercio de la población global. Esta investigación fue de tipo descriptiva-explicativa, debido a la información preliminar analizada y recolectada en la fase de prediagnóstico y gracias a la toma de datos en campo por medio de la lista de chequeo, y formatos pertenecientes a los índices QBR y RQI. Los resultados de la investigación indican que tanto el río Las Piedras como el río Timbío enfrentan problemas similares debido a actividades humanas, a pesar de pertenecer a diferentes cuencas. La ganadería extensiva y la agricultura tradicional son las principales causas del deterioro de los ecosistemas en las subcuencas. Se recomienda un mejor manejo de estas actividades para lograr un desarrollo sostenible y conservar las áreas no intervenidas. La explotación forestal y el uso de agroquímicos son actividades que impactan negativamente la ganadería en Timbío y Las Piedras. Medidas como el cercado y alambrado resultan beneficiosas para controlar el acceso del ganado a los afluentes. El suelo y el agua son los principales recursos afectados negativamente debido a la deforestación y la descarga de aguas residuales, lo que destaca la importancia de proteger las riberas.

Asmaza (2020) procesamiento de información utilizando la plataforma internacional SIASAR 2018 – sistema de información de aguas y saneamiento rural - para levantamiento de datos actualizados y puntuales en los municipios de Timbío y Rosas – Cauca. Esta trata de Apoyar a la empresa EMCASERVICIOS S.A. E.S.P. en la realización del levantamiento y procesamiento de la información para el Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural – SIASAR - 2018 entrada al Macizo Colombiano para los municipios de Rosas y Timbío – Cauca. Se utiliza una metodología descriptiva acompañada de trabajo de campo en la cual se basa para ampliar la base de datos logrando comparativas para así dar mejoramiento a un sistema de

abastecimiento de agua. El levantamiento y sistematización de información sobre los municipios de estudio fue exitoso, alcanzando el 100% de la muestra, con gran satisfacción y gran experiencia por parte de la empresa encargada y los profesionales ingenieros que participaron en la prueba piloto, entrada al macizo colombiano SIASAR 2018. Se realizaron 30 perfiles de proyecto para el mejoramiento del saneamiento básico y acueducto en las veredas que necesitan por prioridad este tipo de proyectos, tales como; diseños de acueductos, elaboración pozos sépticos con tratamiento, campañas de reciclato y capacitaciones técnicas para el manejo de los perfiles de proyectos.

Los estudios revisados previamente son importantes para este proyecto, ya que con base a estos se tiene información previa sobre características similares a la del punto de partida de esta investigación, es de tener en cuenta que la información recolectada de los estudios anteriormente son complementarios para lograr desarrollar los objetivos específicos del proyecto, ya que se denota en varias situaciones las características a tener en cuenta, metodología, avances de proyecto y finalización de estos, en los cuales se toma como importancia el recurso hídrico y los componentes que este trae consigo, como lo son el factor suelo, vegetación, flora, fauna, frontera agrícola, entre otras, de igual manera se permite observar los criterios a tener en cuenta para llevar la elaboración de bocatomas y lo que más converge en este proyecto, que son los puntos de captación de agua, los criterios a tener en cuenta y los planes de contingencia y desarrollo de los mismos.

## **11. Marco Normativo**

Ley 1753 de 2011, “Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018  
“Todos por un nuevo país”

Ley 99 de 1993, “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones”

Ley 373 de 1997 “Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.”

Ley 1523 de 2012 “Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”

Decreto 1575 de 2007 “Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano”

Decreto 2246 de 2012 “Por el cual se reglamenta el artículo 21 de la Ley 1450 de 2011 y se dictan otras disposiciones.”

Decreto 1076 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.”

Decreto 1077 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda Ciudad y Territorio.”

Decreto 2981 de 2013 “Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.”

CONPES 3463 de 12 de marzo 2007 “Planes departamentales de agua y saneamiento para el manejo empresarial de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo.”

Resolución 1433 de 2004 “Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.”

Resolución 1096 de 2000 "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS"

Decreto 3930 de 2010 Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

Resolución 754 de 2015 Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Decreto 2041 de 2014 Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales

Decreto 0953 de 2013 “Por el cual se reglamenta el artículo 111 de la ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la ley 1450 de 2011”

## **12. Metodología**

Teniendo en cuenta cuales son los objetivos del presente estudio Análisis de la microcuenca Presidente del municipio de Sotará para la posible captación de agua del Río Presidente en la Finca (lote 1) donde se quiere determinar un punto de captación de agua para el abastecimiento del líquido en el municipio de Timbío, elaboramos estrategias en las cuales la

recopilación de datos y el análisis espacial tanto físico como digital serán de gran importancia para llevar a cabo esta investigación.

### ***12.1. Estrategias y Metodologías aplicables durante el proyecto:***

En este proyecto se ha desarrollado una metodología detallada para lograr el cumplimiento de los objetivos específicos. Esta metodología se divide en cuatro etapas clave, las cuales se describirán a continuación:

#### ***12.1.1. Primera etapa***

En esta etapa, se llevará a cabo una revisión y compilación exhaustiva de información relevante para el estudio de la finca Lote 1 y las vertientes asociadas. Para ello, se utilizarán tanto fuentes primarias como secundarias y se analizarán diversos criterios que convergen en el área de estudio.

En cuanto a la información primaria, se recopilarán datos sobre las características físicas del suelo, la geomorfología, la geología, la hidrología, la precipitación, los caudales y otros aspectos relevantes que pueden afectar la calidad y cantidad de agua disponible en la finca Lote 1 y en las vertientes asociadas.

Además, se realizará una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios previos que se hayan llevado a cabo en la zona o en áreas similares, donde se hayan utilizado criterios o parámetros para determinar las variables de interés en la captación de agua. De esta manera, se podrá comparar y contrastar los logros obtenidos en el presente estudio con los resultados de investigaciones anteriores, lo cual permitirá validar y mejorar los resultados obtenidos.

En cuanto a la información secundaria, se analizará la cobertura vegetal de la zona a través de herramientas digitales como Google Earth Pro o el Geoportal del IGAC, ARGIS, QGIS. Esto permitirá obtener una visión más detallada de la estructura del paisaje y de los diferentes tipos de uso del suelo presente en el área de estudio.

Es importante destacar que la recopilación de información se realizará de manera rigurosa y cuidadosa, y se tendrán en cuenta los criterios principales que convergen en el área de estudio. Con esta información se busca sentar las bases sólidas para el posterior análisis y procesamiento de datos en la siguiente etapa de la metodología.

### ***12.1.2. Segunda etapa***

Durante esta fase, se llevarán a cabo visitas técnicas al terreno con el objetivo de obtener información detallada sobre las características físicas, geográficas y biológicas del área de estudio. Para ello, se utilizarán imágenes satelitales para obtener una georreferenciación precisa de los caudales y del predio en general. Además, se llevará a cabo un análisis detallado del estado del suelo, de los caudales, drenajes, nacimientos de agua y de la cobertura vegetal en el área.

Se prestará especial atención al aumento de la frontera agrícola que se ha observado en la finca Lote 1, con el fin de identificar posibles impactos ambientales y culturales en la zona. Asimismo, se realizarán tomas de fotografías aéreas con la ayuda de un Dron para obtener una perspectiva amplia y detallada del terreno.

Durante estas visitas, se recopilarán datos sobre la altura, pendiente, erosión, cultivos y otros componentes económicos y culturales que se encuentren en el área de estudio. Todo esto permitirá obtener una visión completa y detallada de las condiciones actuales del terreno y

servirá como base para el diseño de las estrategias de intervención necesarias para el éxito del proyecto.

Para recopilar datos relevantes sobre la historia y el enfoque ambiental de la finca seleccionada, se diseñó una encuesta estructurada dirigida al dueño de la propiedad. La encuesta consta de una serie de preguntas cuidadosamente elaboradas para obtener información detallada sobre la fundación de la finca, su evolución a lo largo del tiempo, así como las prácticas agrícolas y ganaderas implementadas. Además, se indagará sobre la sostenibilidad ambiental, la gestión de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad en el área. La encuesta también abordará los desafíos ambientales específicos que enfrenta la finca y las medidas adoptadas para abordarlos. Esta herramienta nos permitirá obtener una visión completa de la historia y el estado actual de la finca en relación con el medio ambiente, brindándonos valiosos datos para nuestro proyecto académico

Para complementar la información obtenida en la visita técnica, se realizará un procesamiento de la información, en el cual se analizarán y sistematizarán los datos obtenidos, con el fin de poder hacer comparaciones y establecer patrones. Se utilizarán herramientas de software especializadas para el análisis de datos geoespaciales, como los sistemas de información geográfica (SIG)

### ***12.1.3. Tercera etapa***

En esta etapa del proceso, se llevará a cabo una exploración detallada de la red hídrica que atraviesa el lote 1 de la finca. Se procederá a clasificar los posibles puntos de captación de agua. Este análisis minucioso permitirá identificar las ubicaciones óptimas para extraer agua de

la red hídrica, considerando factores como la calidad del agua, el caudal disponible y la accesibilidad.

Además de la clasificación de los puntos de captación, se realizarán muestras utilizando un medidor multiparamétrico de referencia Hanna Instrument. Este dispositivo permite monitorear hasta 12 parámetros de calidad del agua. Para esta investigación, el medidor estará calibrado adecuadamente para garantizar mediciones precisas y confiables de 6 de los parámetros de calidad del agua que serán descritos a continuación y la importancia de estos.

Los parámetros que serán evaluados incluyen pH, conductividad eléctrica (CE), oxígeno disuelto, temperatura, resistencia y sólidos totales disueltos (TDS). Estos parámetros son fundamentales para comprender la calidad y el estado del agua en la red hídrica. El pH indica si el agua es ácida, neutra o alcalina, mientras que la CE nos brinda información sobre la concentración de sales y minerales presentes. El oxígeno disuelto es esencial para la vida acuática y puede indicar la presencia de contaminantes. La temperatura del agua también es un factor importante, ya que influye en los procesos biológicos y químicos. La resistencia y los TDS nos ofrecen información adicional sobre la cantidad de sólidos disueltos en el agua, lo que puede ser relevante para su uso en distintas aplicaciones.

#### ***12.1.4. Cuarta etapa***

La quinta etapa del proyecto corresponde al análisis de los resultados obtenidos en las etapas anteriores. En esta fase, se llevará a cabo el procesamiento de los datos recopilados durante las visitas de campo y la revisión de la información bibliográfica.

Se realizará un análisis detallado de la información obtenida durante las visitas de campo, los datos obtenidos sobre el estado del suelo, caudales, drenajes, nacimiento de agua, cobertura

vegetal, altura, pendiente, erosión, cultivos, componentes económicos y culturales presente en el área de estudio. A partir de este análisis, se identificarán patrones y tendencias, y se determinarán los principales factores que influyen en la captación de agua en el área.

En segundo lugar, se llevará a cabo el análisis de la información recopilada durante la revisión bibliográfica, la cual realizó estudios previos que aborden temas relacionados con la captación de agua en zonas rurales y su relación con el uso del suelo, geomorfología, geología, precipitación, caudales, entre otros factores. A partir de este análisis, se identificarán las principales variables y parámetros que se deben considerar en la captación de agua en el área de estudio.

Finalmente, se integrarán los resultados obtenidos durante las visitas de campo y la revisión bibliográfica para determinar la viabilidad del proyecto y establecer las recomendaciones necesarias para determinar la captación de agua en la zona rural estudiada.

Cabe destacar que el análisis de los resultados se realizará mediante el uso de herramientas estadísticas, medidor multiparamétrico, dron y software especializado en el procesamiento y análisis de datos geoespaciales, lo que garantizará la precisión y la objetividad de los resultados obtenidos.

## ***12.2. Consideraciones sobre las limitaciones***

Las limitaciones que puede enfrentar la investigación “análisis de la microcuenca presidente del municipio de Sotará para la captación de agua del río presidente en la finca (lote 1)” de las cuales pueden afectar se encuentra en acceso a la información, en donde puede existir dificultad para obtener datos precisos y actualizados sobre la el área de estudio, la información limitada sobre la finca lote1 y los estudios previos que se hayan realizado tanto en el área de

estudio como de sus alrededores; el acceso a la finca lote1 en el municipio de Sotará presentara algunas dificultades, ya que no se cuenta con medios de transporte que faciliten mayor número de visitas técnicas en el área a desarrollar las actividades de campo. Las condiciones climáticas adversas o las fluctuaciones estacionales pueden afectar la programación de las visitas de campo, la calidad de las muestras recolectadas y la disponibilidad de recursos naturales como el agua. Por último, se podrían presentar Factores externos imprevistos, como cambios en las políticas gubernamentales, fluctuaciones económicas o eventos naturales inesperados, que pueden influir en la implementación y viabilidad del proyecto.

### ***12.3. Consideraciones éticas***

De acuerdo con las consideraciones éticas que se debe de tener en cuenta para el desarrollo de las investigaciones, se presenta el consentimiento informado en el cual se asegurara de obtener el consentimiento informado de todas las partes involucradas en el proyecto incluyendo los propietarios de la finca, se presentara información clara y comprensible sobre los objetivos del proyecto, los procedimientos involucrados, el derecho a participar voluntariamente o retirarse en cualquier momento; otra de las consideraciones éticas que se tendrán en cuenta será el trato justo y equitativo a todas las partes involucradas, será de carácter prioritario la protección del medio ambiente y los recursos naturales asegurando buenas prácticas ambientales, evitando cualquier daño o impacto negativo en los ecosistemas locales. Se presentará total transparencia y honestidad en todas las etapas del proyecto, presentando los resultados de manera precisa, evitando cualquier manipulación o distorsión de la información

#### **12.4. Seguimiento y evaluación**

De acuerdo al proyecto Análisis de la microcuenca Presidente del municipio de Sotará para la captación de agua del Río Presidente en la Finca lote1 es crucial la recopilación y procesamiento de datos, se busca establecer metas claras y definidas para cada objetivo identificado. Se especifican las actividades e indicadores pertinentes, así como los resultados esperados dentro de un marco temporal establecido. Es fundamental destacar que mi labor se centrará exclusivamente en el análisis de los datos recolectados durante la visita de campo en el periodo establecido, en relación con la captación de agua del Río Presidente en la finca lote1 del municipio de Sotará, esta etapa de recopilación y procesamiento de datos es fundamental, ya que proporciona la base para la toma de decisiones fundamentadas. Es crucial identificar objetivos claros y definidos para cada objetivo establecido, se especifican las actividades e indicadores relevantes

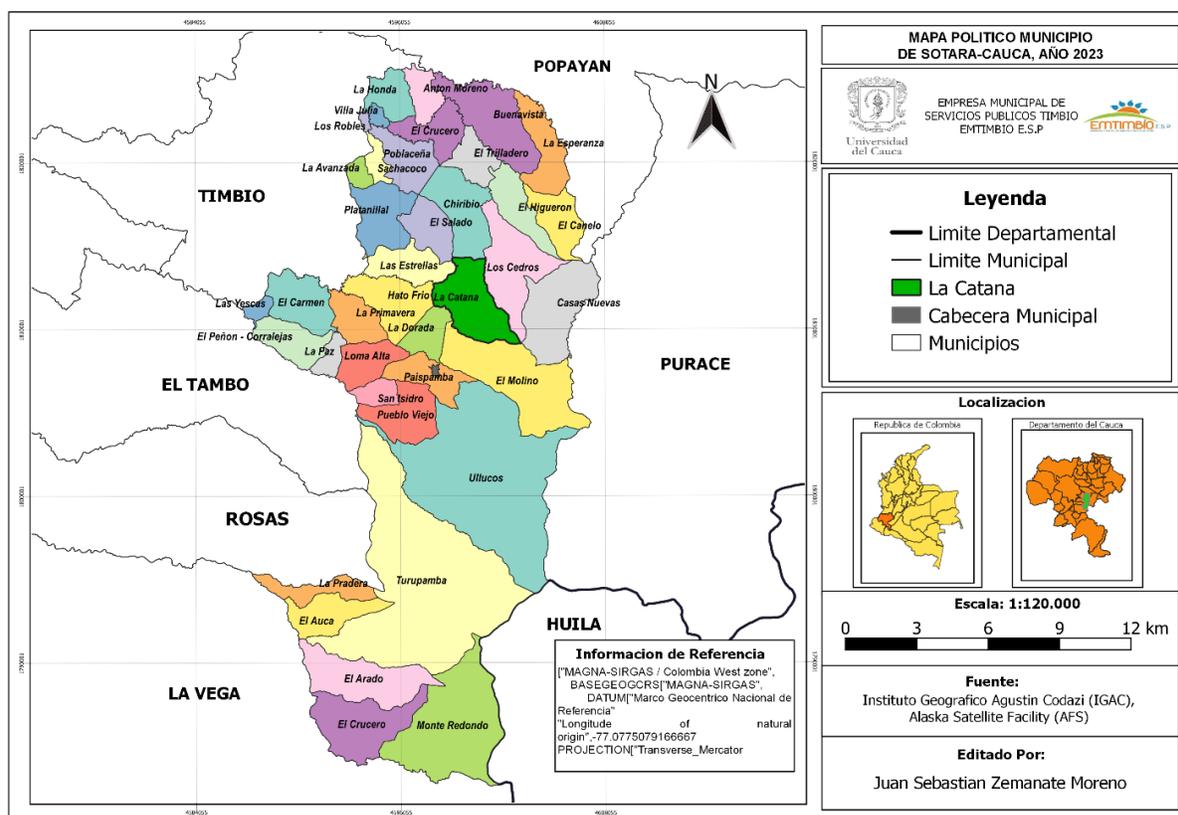
### **13. Resultados**

#### **13.1. Área de importancia estratégica para el recurso hídrico**

En la elaboración de mapas temáticos del área de importancia se toma datos shapefile de resolución espacial general 1: 120.000 y con base avanza la elaboración del área de estudio se considera una escala 1:5000 así se observa los parámetros que nos atañen a la investigación central del proyecto, en esta primera actividad se desarrolla el primer mapa el cual se representa como mapa político del municipio de Sotará (*ver mapa 3*) en el cual radica la ubicación de la finca lote1 en una de las veredas del municipio pertenecientes al municipio de Sotará, este mapa es importante porque se lograra identificar las áreas colindantes al perímetro de importancia y principalmente la proximidad que existe entre el municipio de Sotará y el municipio de Timbío

En este mapa podemos observar que el municipio de Sotará es colindante con los municipios de El Tambo y Rosas por el Suroeste, el Departamento del Huila por el Sureste, el municipio de Puracé en el Este, hacia el Norte se encuentra con la capital del departamento del Cauca y finalmente en el Noroeste el municipio de Timbío, el cual nos at e en este campo de investigación; Además de la vecindad expuesta del municipio de Sotará se observa la vereda la Catana en la cual yace la finca Lote1, esta se encuentra ubicada en el centro del municipio de Sotará, presentando proximidades cercanas al municipio de Timbío, siendo potencialmente cubierto como área estratégica para el municipio de Timbío.

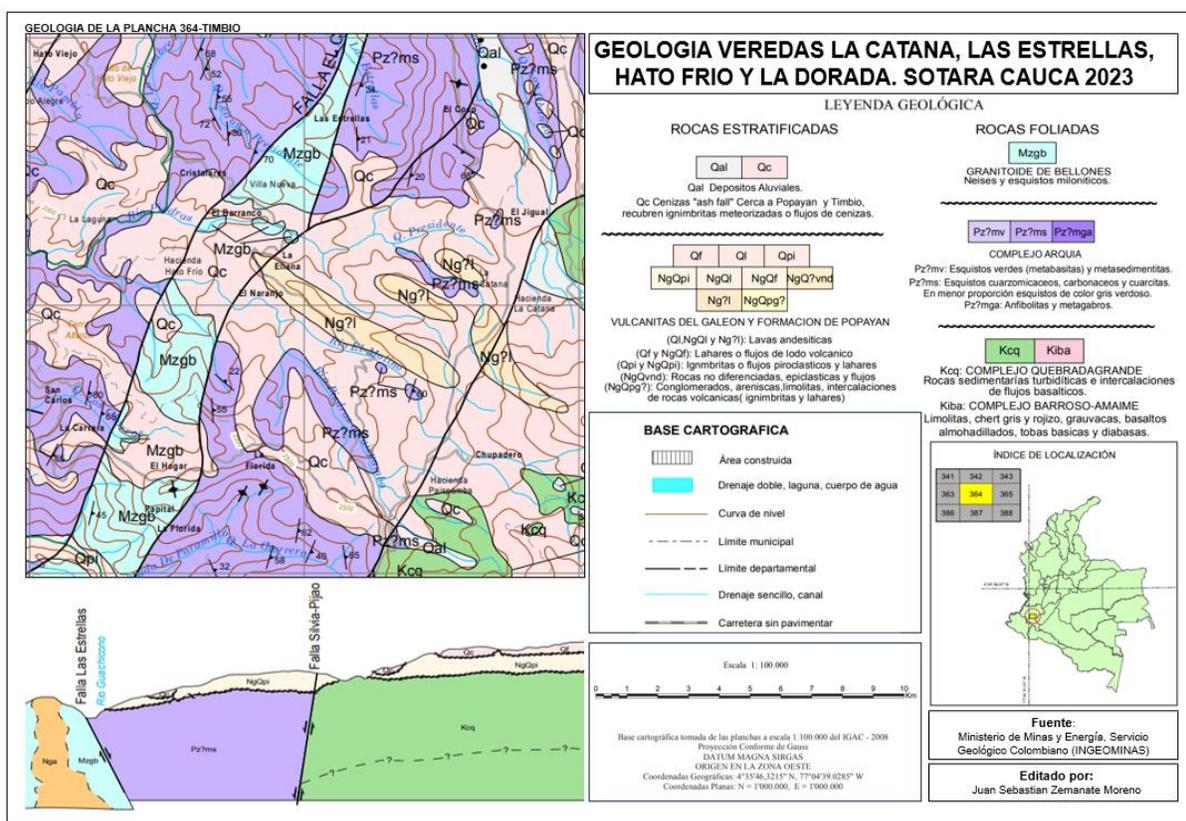
Mapa 3. Mapa político municipio de Sotará



La microcuenca presidente está cubierta principalmente por rocas estratificadas, en las cuales predomina "Qc" correspondientes a cenizas volcánicas, indicando aporte de minerales y

nutrientes al suelo, al presentar recubrimiento por ignimbritas meteorizadas sugiere que partes del suelo han experimentado procesos de alteraciones debido a la meteorización, lo que influiría en la textura y la retención de agua del suelo, los flujos de cenizas tienen impacto en la estructura del suelo, se observa sedimentos “Ng?l” lavas andesíticas esto es significativo, ya que estas son rocas ricas en minerales y pueden contribuir a la fertilidad del suelo. Correspondientes a eras geológicas de vulcanitas de Galeón y formación de Popayán (ver mapa 4)

Mapa 4. Geología veredas

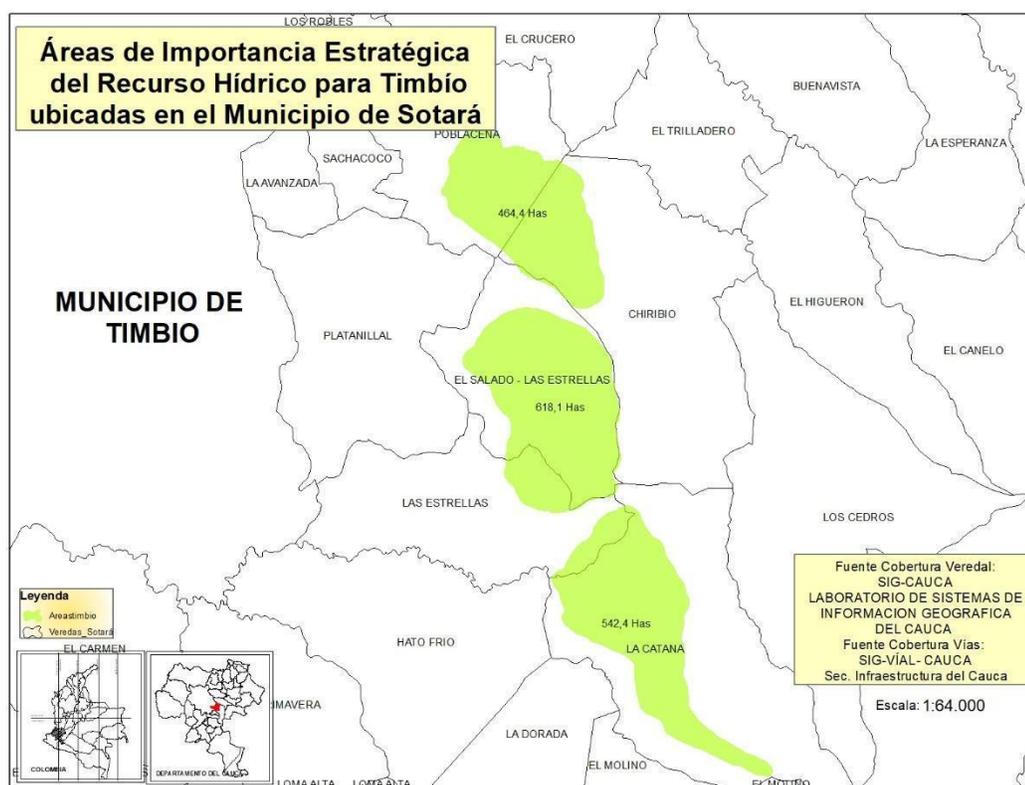


Fuente: Servicio Geológico Colombiano (INGEOMINAS) geología de la plancha 364-Timbio

De acuerdo con las áreas de importancia estratégica del recurso hídrico para el municipio de Timbío que están ubicadas en el Municipio de Sotará, se encuentra en el informe de gestión ambiental elaborado por la alcaldía Municipal de Timbío año 2018, en el cual el Municipio de Sotará cuenta con áreas estratégicas favorables hacia los intereses hídricos del Municipio de

Timbío, tal como se aprecia en el mapa de “Áreas de importancia estratégica hídrica para Timbío” (ver mapa 5) el cual cuenta con 3 áreas de importancia para el recurso hídrico del municipio de Timbío abarcando un total de 1.624,9 hectáreas divididas en 5 veredas, estas son (Poblacañas, Chiribio, El Salado-Las Estrellas, Las Estrellas y La Catana), siendo las veredas el Salado-Las Estrellas y La Catana las que cubren gran parte del área estratégica con más de 1.100 hectáreas de recurso Hídrico

Mapa 5. Áreas de importancia estratégica hídrica para Timbío

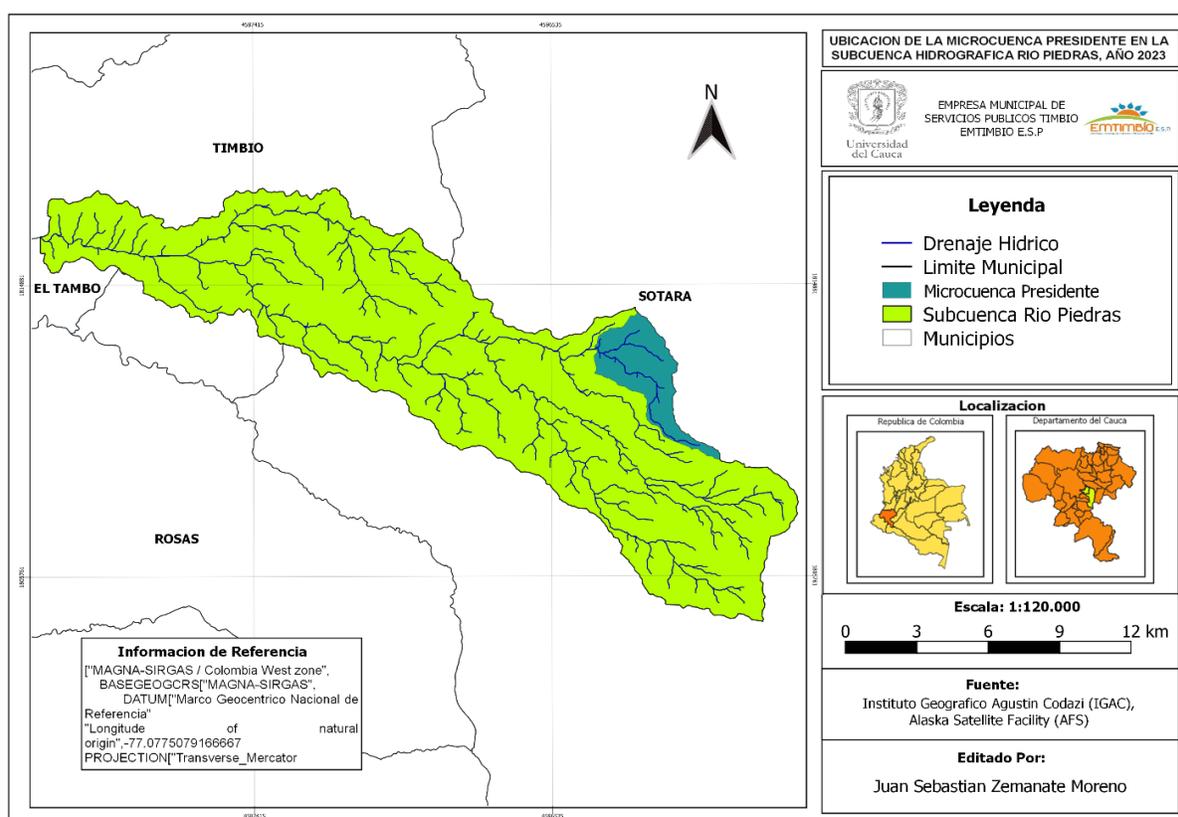


Fuente: Secretaria de desarrollo agropecuario ambiental y económico (informes de gestión ambiental 2018) Alcaldía Municipal de Timbío

En el mapa de ubicación microcuenca Presidente en subcuenca hidrográfica río Piedras (ver mapa 6), se evidencia que la subcuenca hidrográfica del río Piedras es de carácter intermunicipal, este sistema acuífero tiene su origen en la zona alta del municipio de Sotará. Además, se observa cómo sus afluentes recorren los territorios de Sotará, Timbío y El Tambo,

destacando un extenso trayecto impulsado por la red de drenajes hídricos. En adición a lo anterior, resalta la localización privilegiada de la microcuenca Presidente dentro de la subcuenca hidrográfica del río Piedras. Se observa que la microcuenca Presidente se desarrolla en el centro del municipio de Sotará, en la cual adquiere una configuración meándrica, donde varios afluentes se incorporan gradualmente, aumentando la densidad del drenaje y en el transcurso el caudal del mismo, este proceso denota una complejidad dinámica en la red hidrográfica, donde la convergencia de múltiples nacimientos contribuye al desarrollo y crecimiento del cauce.

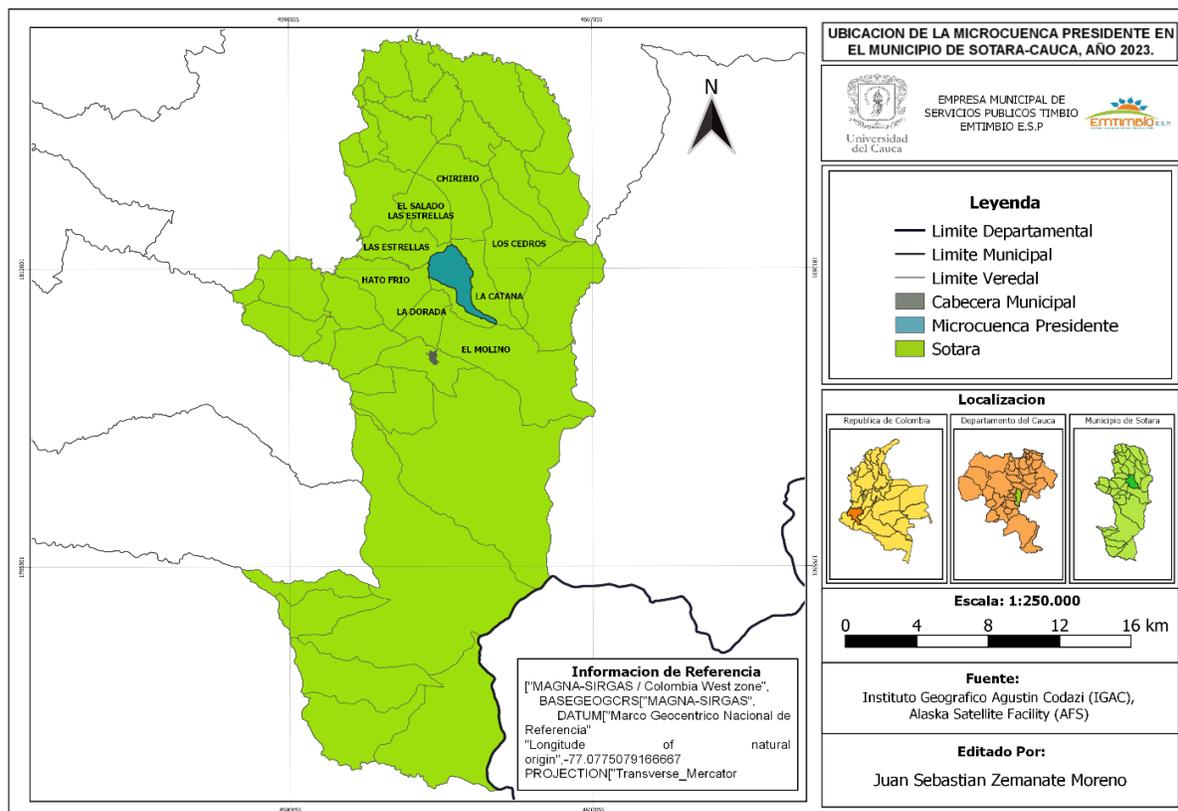
Mapa 6. Ubicación microcuenca Presidente en subcuenca hidrográfica río Piedras



La localización de la microcuenca Presidente se encuentra en la vereda La Catana, abarcando alrededor de 500 hectáreas, siendo más del 40% de la vereda en la cual se encuentra ubicada (ver mapa 7) Ubicación de la microcuenca Presidente en el municipio de Sotará. En la cual se

analiza que la microcuenca colinda con las veredas El Salado y Hato Frío al Oeste, siendo estas las áreas por donde el afluente de la microcuenca acomete su desembocadura de manera progresiva, en su límite sur, la microcuenca Presidente comparte frontera con las veredas El Molino y La Dorada, es importante destacar que en estas veredas se originan en las partes más altas las primeras vertientes del río Piedras, marcando el nacimiento de afluentes cruciales para la integridad hídrica de la región. Este enlace geográfico subraya la relevancia de la microcuenca en la contribución a la red hidrográfica, consolidando su posición como un componente vital en el sistema acuífero regional. La conexión con las veredas El Molino y La Dorada refuerza la interdependencia de estos entornos, añadiendo valores de correlación significativos a la compleja red de relaciones en la cuenca hidrográfica del río Piedras.

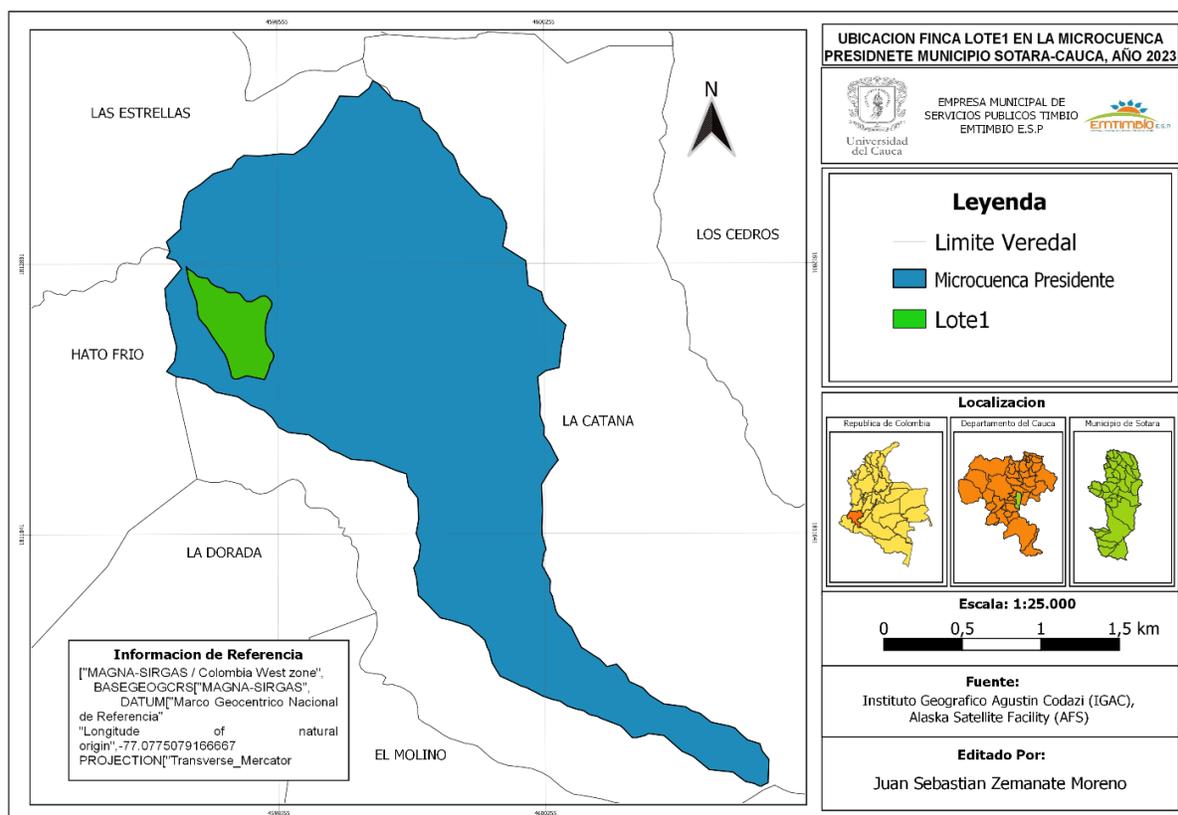
*Mapa 7. Ubicación de la microcuenca Presidente en el municipio de Sotará*



### 13.1.1. Clasificación mapas temático Lote1

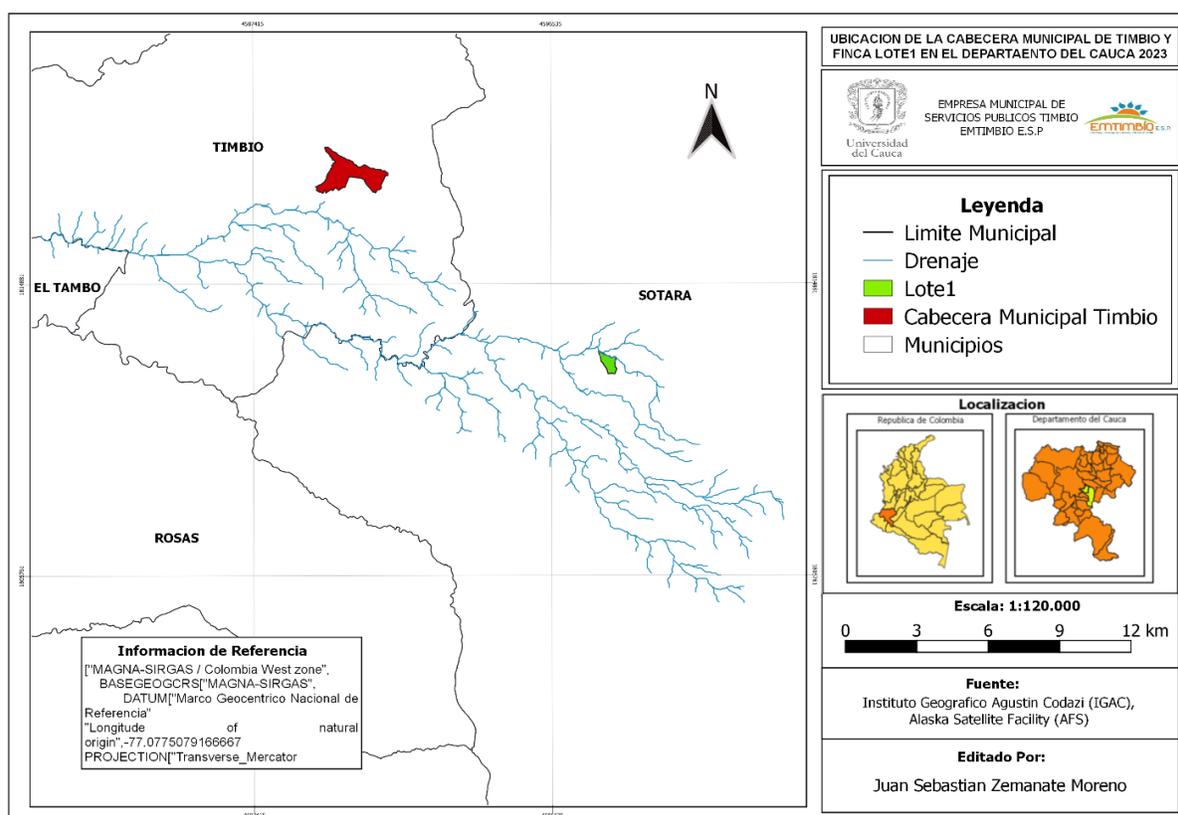
En lo que respecta a la ubicación específica de la finca Lote1, se observa que está situada al Oeste de la microcuenca El Saladito y, a su vez, de la vereda La Catana (*ver mapa 8*). La posición del Lote1 establece una vecindad directa con la vereda Hato Frío hacia el Oeste, y al Norte, limita con las Estrellas. Esta disposición geográfica revela la posición estratégica de la finca dentro del entramado de la microcuenca la cual es muy favorable, otorgándole una posición estratégica propicia para la realización de pruebas de puntos de captación de agua en la microcuenca presidente, sirviendo como segunda fuente abastecedora de agua para el municipio de Timbío.

Mapa 8. Ubicación finca Lote1 en la microcuenca Presidente



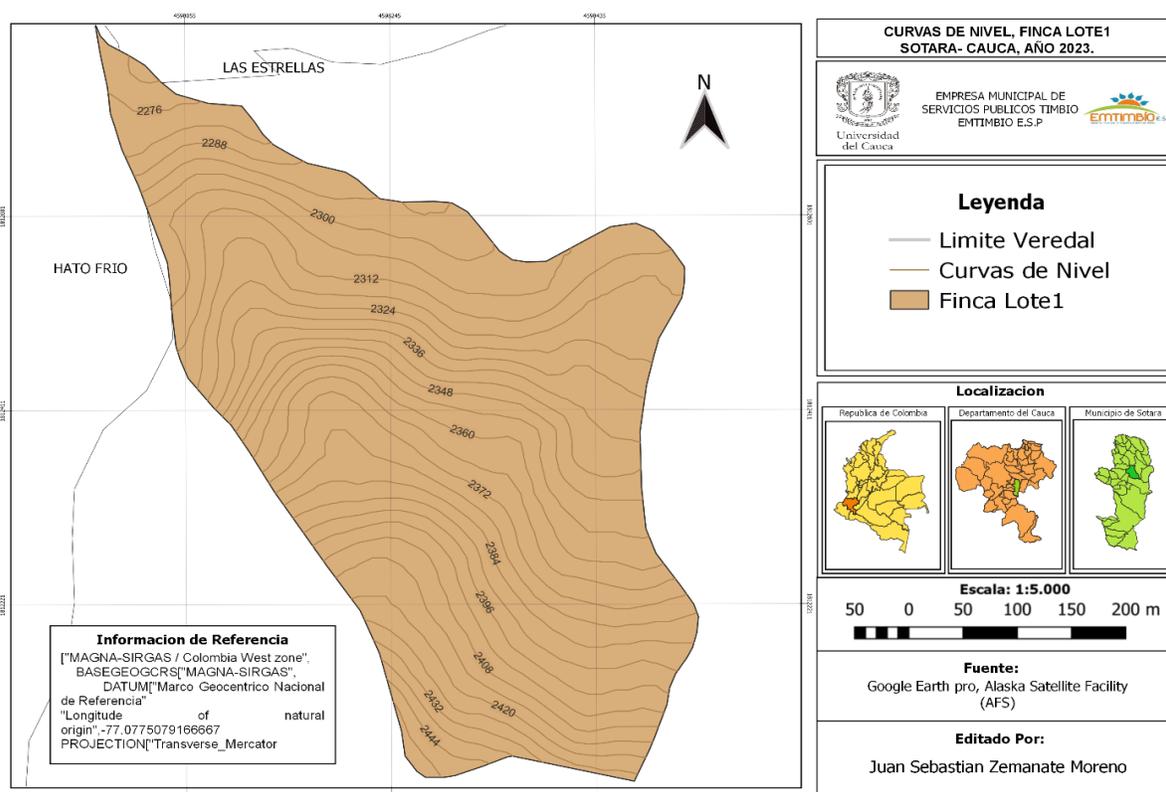
En este mapa se ilustra la posición del municipio de Timbío en relación con la finca Lote1 (*ver mapa 9*) acotando el permitiendo se analiza la proximidad del municipio de Timbío con la del Lote1, en línea recta en dirección Noroeste, esta equidistancia es beneficiosa para el municipio de Timbío dado que la relación de altura presentada para la cabecera municipal oscila en 1850 msnm (*alcaldía municipal*) y la altura del lote1 de 2360 msnm, denotando una diferencia de altura de 510 msnm lo cual es favorable para la cabecera municipal de Timbío siendo este un fator clave para el suministro de agua emergente del Lote1 hacia la cabecera municipal de Timbío, El riego de agua de los puntos de captación seria de mayor eficiencia al lograr descender por medio de gravedad ayudando en temas de diseño e infraestructura.

*Mapa 9. Ubicación de la cabecera municipal de Timbío y finca Lote1 en el departamento del Cauca*



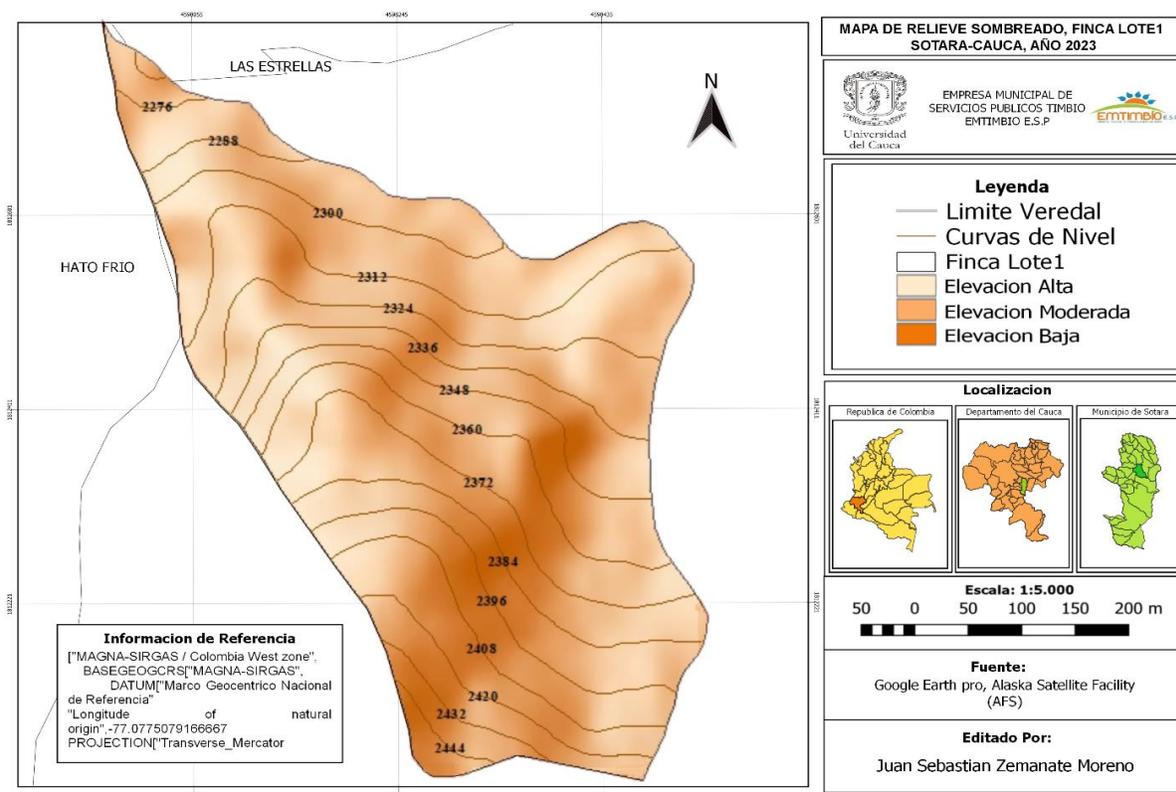
Las curvas de nivel presentes en (*ver mapa 10*) el Lote1 se encuentran en intervalos cada 6 metros detallando la orografía del área de estudio, presentando que la altitud máxima del Lote1 está en el rango de los 2444 a 2450 metros sobre el nivel del mar, el relieve expuesto en las cotas 2324 a los 2360 metros sobre el nivel del mar indican pendientes fuertes, ya que la elevación del terreno cambia rápidamente en distancias muy cortas, con diferencia de lo que pasa en curvas intervalos menores de 2312 MSNM en el entorno del área de estudio con características de los suelos, presentando pendientes suaves lo cual se detalla en las curvas de nivel que se encuentran a una equidistancia separada por debajo de esta altura, por último se encontró con curvas de nivel de 2276 msnm siendo esta la de menor altitud en todo el Lote1.

Mapa 10. Curvas de nivel, finca Lote1



En el mapa de relieve sombreado (*ver mapa 11*) se permite observar la ondulación del terreno detallando la orografía presente en el lote1, la elevación e inclinación expuesta en el predio, permite analizar la escorrentía y el curso que toma el agua lluvia, la dirección de agua se presenta en transición entre cotas y las elevaciones con mayor altitud hasta elevaciones bajas guiadas por efecto de la gravedad hacia las curvas de nivel de menor altura o hasta el curso de agua más cercano, con base en lo anterior queda resaltado que el curso de agua predominante de la finca lote1 estará ubicado en el sur y sureste sobre la curva de nivel de los 2444 msnm.

Mapa 11. Relieve sombreado finca Lote1



Los rangos que se utilizan para determinar la pendiente son determinadas por la normativa del IGAC con base a lograr representaciones correctas de la pendiente en porcentajes

y los indicativos que el terreno presenta con base a los porcentajes de pendiente que se dan en el entorno

*Tabla 1. Valor porcentual clasificación de pendiente*

PENDIENTE	SIMBOLO	DESCRIPCION	PROCESOS CARACTERISTICOS Y CONDICIONES DEL TERRENO
0-3%	a	A nivel/ casi nivel	Denudación no apreciable; por su condición transitable y laborable, es objeto de uso agrícola, solamente se dificulta su uso bajo condiciones secas.
3-5%	b	Ligeramente inclinada/ ligeramente ondulada	Laderas afectadas especialmente por erosión hídrica en sectores desprovistos
5-12%	c	Moderadamente inclinada/ moderadamente	Laderas que pueden generar movimientos en masa de diferentes clases y baja velocidad, especialmente soliflucción y
12-25%	d	Fuertemente inclinada/ fuertemente ondulada/ moderadamente quebrada	Movimientos en masa de todo tipo, especialmente soliflucción, reptación erosión en surcos, ocasionalmente deslizamientos.
25-50%	e	Fuertemente quebrada/ ligeramente escarpada	Procesos denudacionales intensivos de diferentes clases zonas con reemplazos forestales evidencias claras de erosión del suelo.
50-75%	f	Moderadamente escarpada	Desprendimiento de rocas, coluviación.
75-100%	g	Fuertemente Escarpada (incluye escarpe subverticales y verticales)	Caída de rocas, por efectos de tectonismo y bioclastia.

*Fuente: Las pendientes y sus características por j. Alonso Figueredo Rodríguez (2017)*

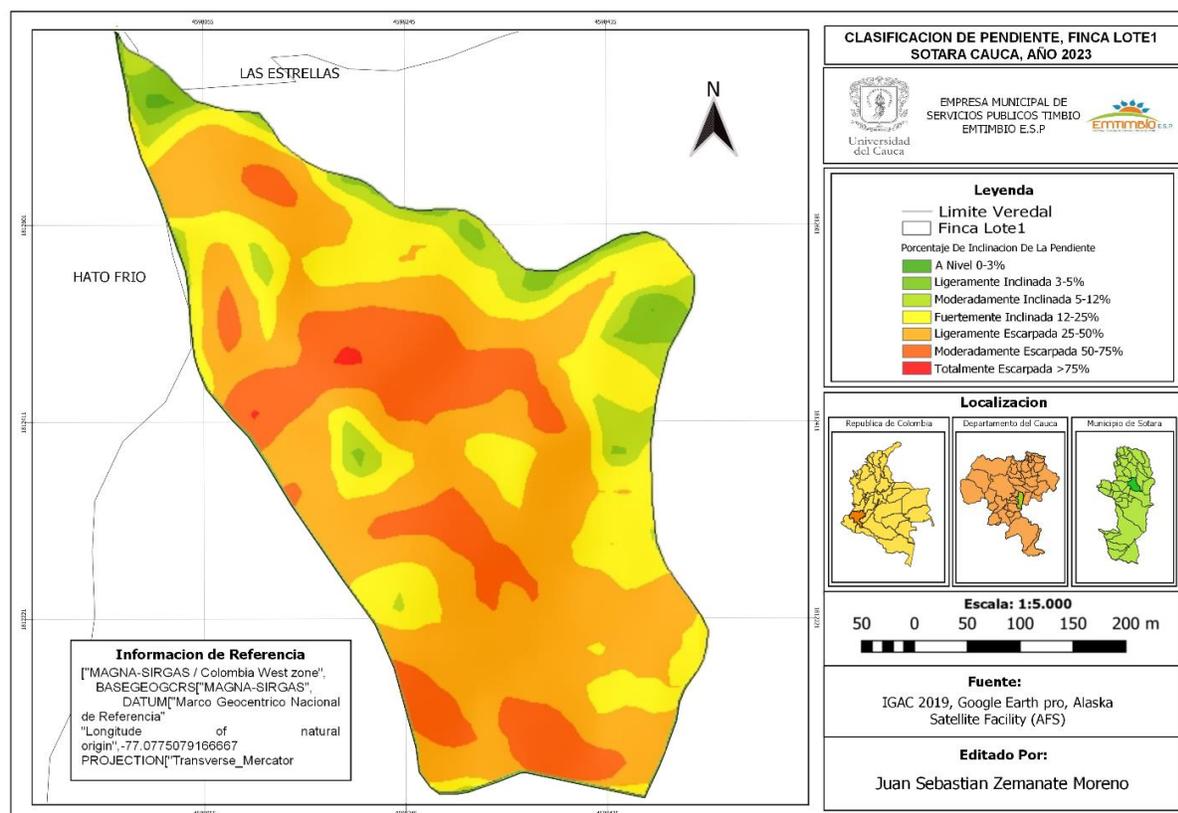
En el mapa de clasificación de pendientes (*ver mapa 12*) se detallan que los niveles de pendiente están presentados en más del 90% por 3 indicadores, los cuales están representados en *fuertemente inclinada* con rangos de pendiente del 12 al 25% lo que según la tabla de pendientes en estas áreas de color amarillo se puede presentar “Movimientos en masa de todo tipo, especialmente soliflucción, reptación erosión en surcos, ocasionalmente deslizamientos” esto queriendo decir que para estas áreas Los movimientos en masa, como la soliflucción y la reptación, se refieren a graduales lentos de tierra causados generalmente por la saturación de agua, la erosión en surcos implica que el agua crea canales a medida que fluyen por el suelo y por último, los deslizamientos son movimientos rápidos de grandes cantidades de tierra, como avalanchas de lodo o rocas, que pueden ocurrir en pendientes.

Otro de los indicadores presentes son los de *ligeramente escarpados*, los cuales están en rangos de pendiente de 25-50%, siendo estos los de mayor predominancia en la finca lote 1 según *Alonso Figueredo Rodríguez (2017) en Las pendientes y sus características* “Procesos denudacionales intensivos de diferentes clases zonas con reemplazos forestales evidencias claras de erosión del suelo” lo anterior se refiere a situaciones en las que se están produciendo procesos naturales de desgaste del suelo de manera significativa y variada en diferentes áreas. Estos procesos pueden incluir erosión debida a factores como la lluvia, el viento o la actividad humana.

La última de las 3 sería *Moderadamente escarpada*, la cual está en los rangos de 50-75% de pendiente, indicando así “Desprendimiento de rocas, coluviación.” Lo cual se refiere al proceso en el que las rocas se desprenden o caen desde una pendiente o superficie elevada debido a la gravedad por otro lado la "coluviación" hace referencia a un proceso en el que se produce el desplazamiento de material del suelo o detritos debido a la acción de la gravedad,

específicamente en pendientes. Esto puede ocurrir cuando el agua infiltrada en el suelo mueve partículas de tierra hacia abajo en una colina.

Mapa 12. Clasificación de pendiente, finca Lote1.



La siguiente imagen es una representación satelital de la finca Lote1, capturada a través del programa Google Earth Pro, con una escala de 1:500 correspondiente al año 2017 (*ver imagen 1*). Esta imagen proporciona una visión detallada de la finca, permitiéndonos apreciar diversos tipos de cobertura con un nivel de detalle significativo. Se destaca la presencia intermitente y sectorizada de bosques dentro del polígono que abarca la finca Lote1.

En particular, se observa cobertura vegetal más robusta en comparación con las áreas circundantes para este año específico. La finca Lote1 presenta diversos tipos de vegetación, incluyendo pastos arbóreos, pastos limpios, áreas con suelos desnudos y bosques primarios y

secundarios. Un aspecto notable es la ondulación del terreno en las fronteras de Lote1, especialmente en las zonas arbóreas donde se localizan los bosques primarios. Esta imagen satelital del 2017 brinda una valiosa percepción de la cobertura vegetal y la topografía de la finca Lote1, sirviendo como base esencial para análisis más detallados en la investigación.

*Imagen 1. Cobertura vegetal, finca Lote1*



Realizando el análisis multitemporal del Lote 1 en el lapsus de tiempo de tres años en específicos, se detalla la evolución de la cobertura vegetal durante el período comprendido entre 2014, 2017, y 2023, A través de esta exploración multitemporal, se proporciona una visión del progreso vegetativo experimentado en el área de interés, permitiendo así una comprensión profunda de su desarrollo a lo largo de estos años en particular.

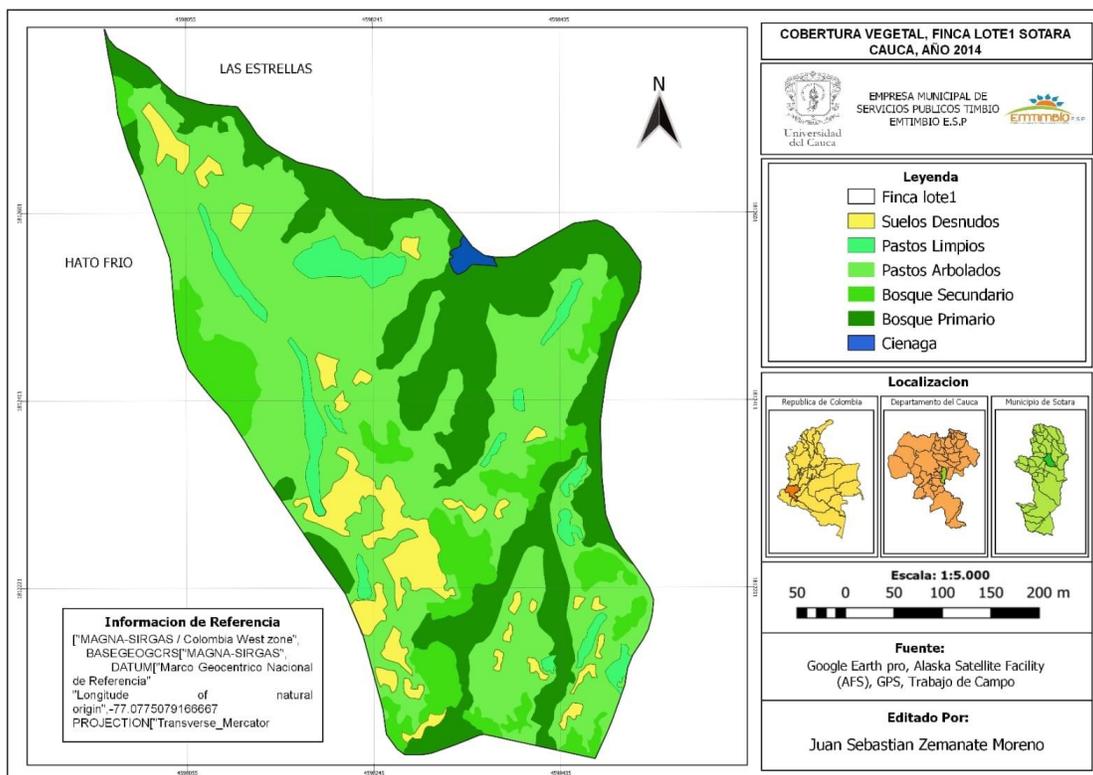
El desarrollo obtenido en medida del tiempo de la finca Lote1 adquirió varios cambios como lo son los suelos desnudos siendo uno de los más notorios que la finca ha presentado, dado que para el año 2014 (*ver mapa 13*) los suelos desnudos se esparcen por el largo y ancho del predio, es notable como en 3 años, periodo 2014 al año 2017 (*ver mapa 14*) los suelos desnudos se concentra en una pequeña porción de tierra en el centro del predio estudiado y a su vez casi

inexistente para el año 2023 (*ver mapa 15*) realizando de esta manera un cambio significativo que presentaron los suelos desnudos en el transcurso de 9 años.

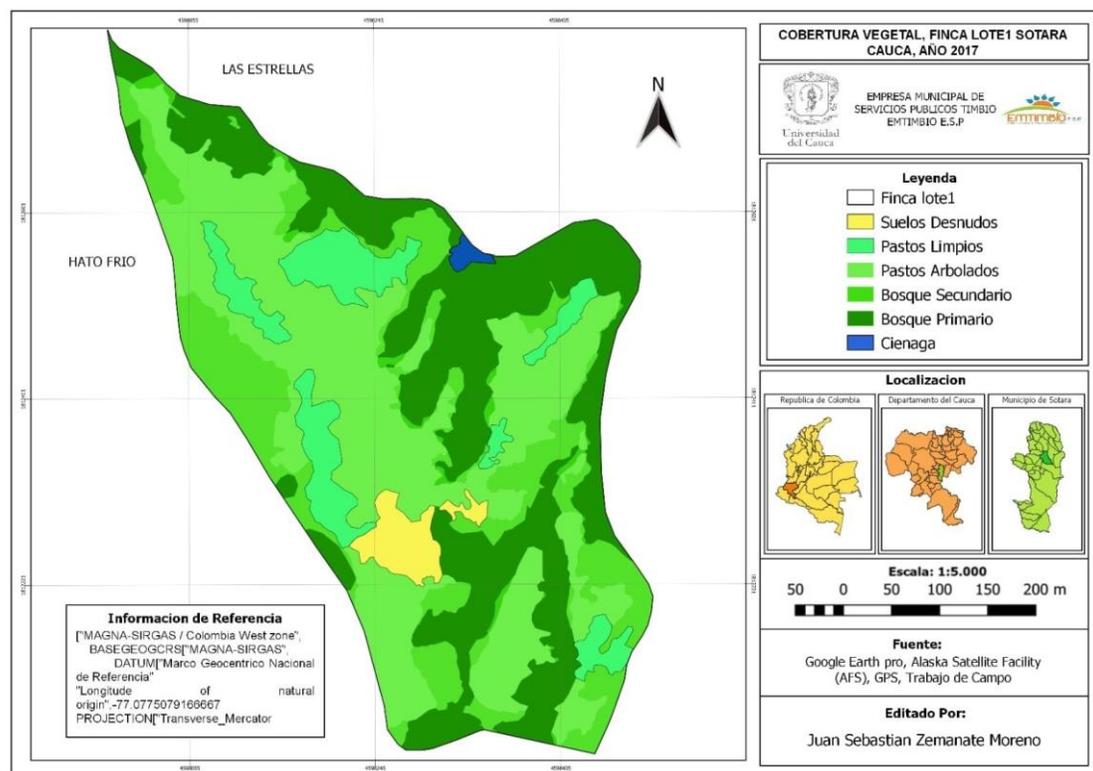
Para los avances presentados en las áreas boscosas, tanto el primario como lo es el secundario, se resalta que el bosque primario en los años 2014, 2017, 2023 no sufre grandes cambios, detallando así que estas son áreas de importancia para la conservación y protección como factor de primera importancia privando la relación simbiótica presentada por el bosque primario con la flora y fauna del lote 1, aprovechando esta relación en especial para que la cobertura vegetal logre cubrir la totalidad de la finca y sus alrededores, el bosque secundario en el transcurso de los años 2014 a 2023 ampliar sus límites y se mezcla con los pastos arbóreos que se encuentran próximos logrando así modificar estos mosaicos, esto se evidencia muy en el cambio abrupto que presenta del año 2017 (*ver mapa 14*) al año 2023 (*ver mapa 15*)

De la misma manera los pastos y pastos arbóreos han sufrido cambio significativos, lo cual es importante siendo estos los de mayor predominancia cubriendo alrededor del 70% del área total de la finca, en el transcurso de los años 2014 (*ver mapa 13*) hasta el año 2017 (*ver mapa 14*) siendo este último el inicio en el cual se presentan mayores cambios para el Lote 1, como se denota en el mapa de 2023 (*ver mapa 15*) en la donde se resalta que el área de los pastos y pastos arbóreos solo cubren el 30% logrando evidenciar el avance significativo que ha presentado la finca en el transcurso de 9 años.

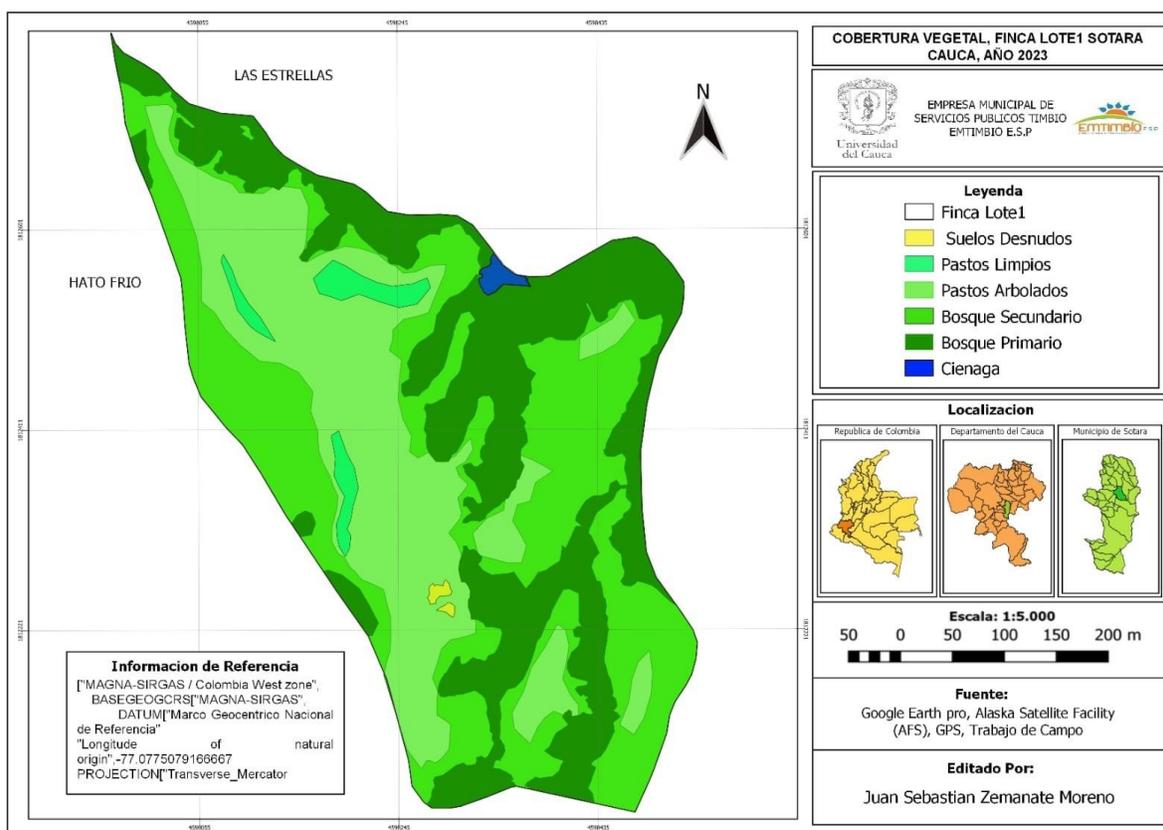
Mapa 13. Cobertura vegetal finca Lote1 año 2014



Mapa 14. Cobertura vegetal finca Lote1 año 2017



Mapa 15. Cobertura vegetal finca Lote1 año 2023



### 13.2. Diagnóstico técnico ambiental de la finca Lote1

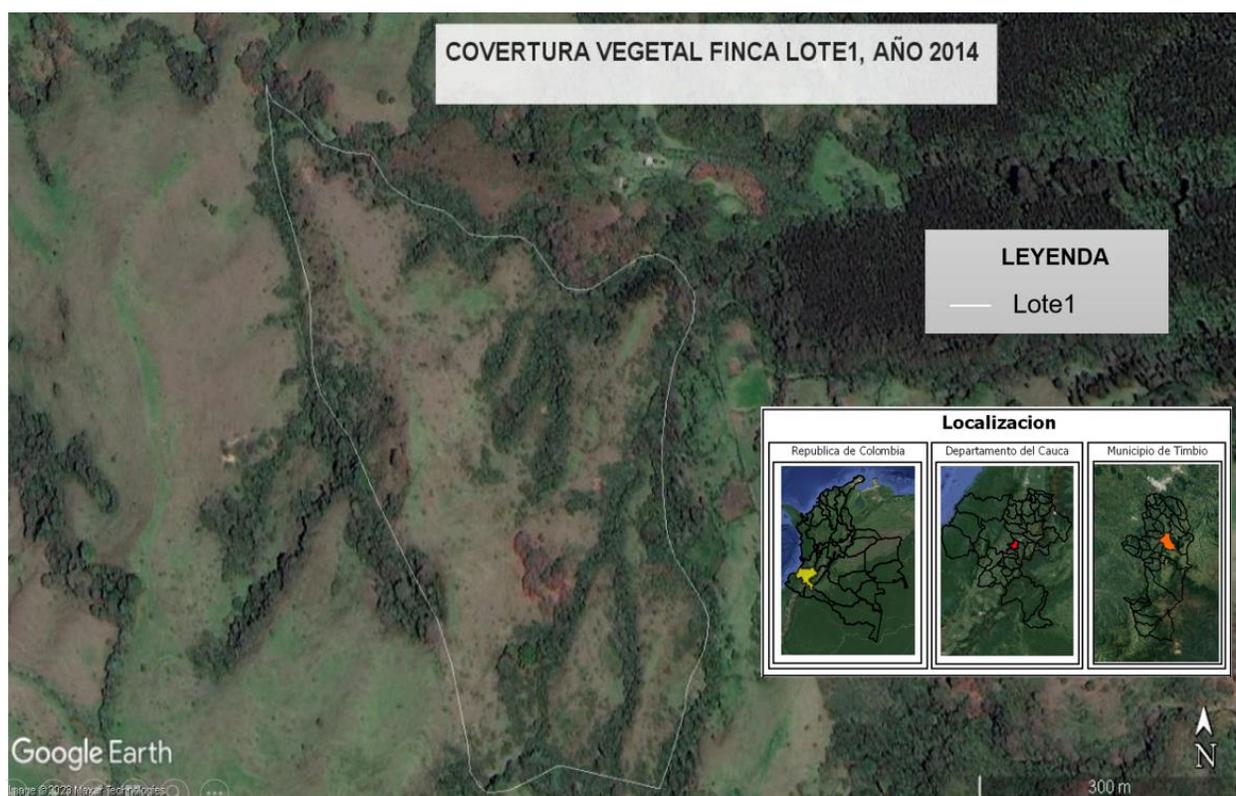
El lote1, se presenta como un microcosmos ambiental, en el cual el bosque, la flora y fauna proporcionan equilibrio vital al ecosistema, la diversidad de la flora proporciona hábitats y recursos alimenticios para la fauna, mientras que las interacciones entre ambas influyen en la estructura y composición del bosque

#### 13.2.1. Exploración de terreno

Las visitas técnicas y el análisis de la información compilada en la etapa inicial fortalecen las prácticas en campo, de esta manera se emprende un análisis minucioso de la frontera arbórea de la finca Lote1 mediante el empleo de imagen satelital para el año 2014 (*ver imagen 2*). El cual

se ven pocas áreas boscosas dentro del Lote1, se observa mayor densidad de bosque primario en los límites de la finca que dentro de la misma, a diferencia de pocos pastos, árboles localizados dentro del Lote1, añadido a esto se detallan grandes entramados de pérdida vegetal en donde resaltan las coberturas de pastos y pastos limpios no solo en el área de importancia, este patrón se presenta a sus alrededores.

*Imagen 2. Cobertura vegetal finca Lote1 año 2014*

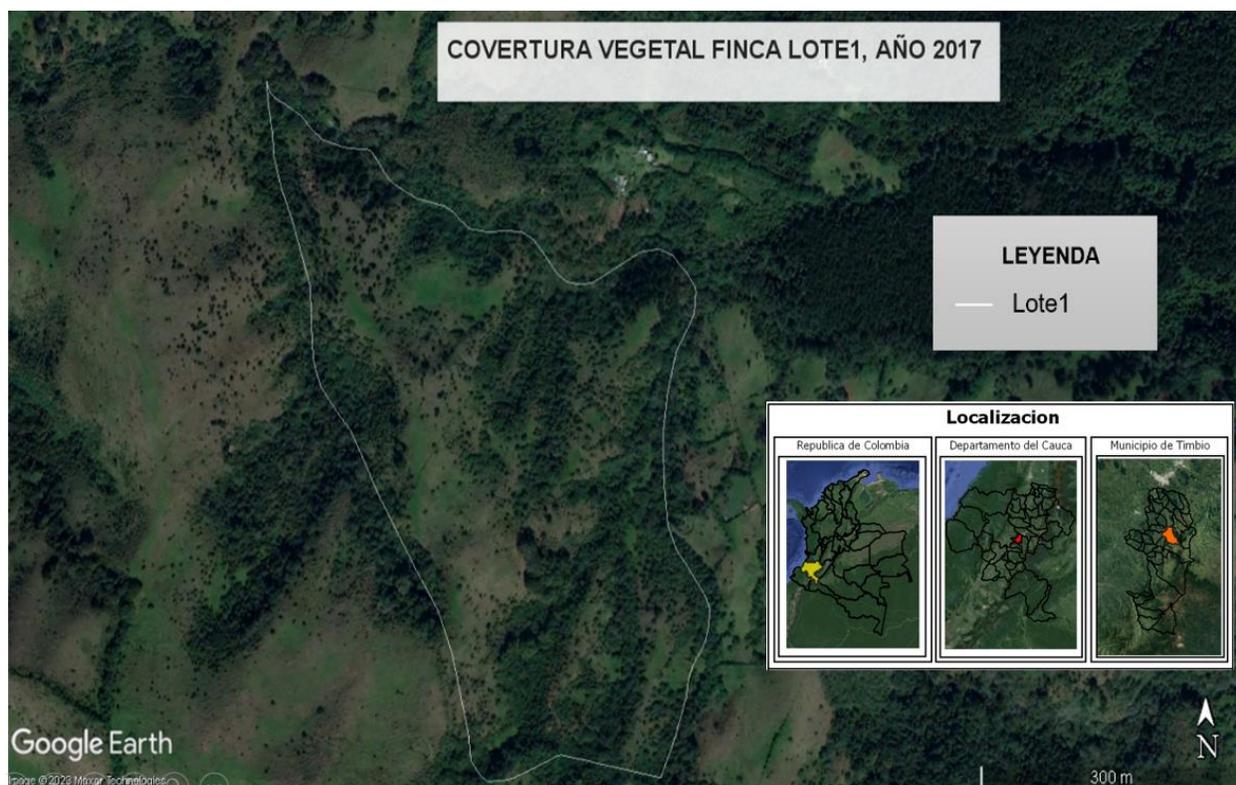


*Fuente: Edición propia, Google Earth Pro, Instituto Geográfico Agustín Codazzi.*

En la imagen satelital del año 2017 (ver imagen 3) las áreas boscosas cambian radicalmente en comparación con las del año 2014, al igual que varios de los suelos desnudos; el bosque primario abarca mayor densidad en el área estudiada que en años pasados, del mismo modo se observa a los pastos arbóreos cubriendo gran parte de lo que eran pastos limpios o

suelos desnudos, fortaleciendo la cobertura vegetal de la finca y de sus alrededores, presentando gran importancia para la flora y fauna.

*Imagen 3. Cobertura Vegetal finca Lote1 año 2017*



*Fuente: Edición propia, Google Earth Pro, Instituto Geográfico Agustín Codazzi.*

### **13.2.2. Fauna**

Los relatos de habitantes locales, revelan reportes contados de especies que rondan por el área de estudio, en las cuales se encuentran los armadillos, azulejos, chicao, chiguacos, conejos, erizos, garzas, pavas, serpientes, venados, y zorros. Estas especies representan testimonios vivos de la riqueza ambiental de la fauna que define la identidad de la finca Lote1 y sus alrededores en la microcuenca Presidente.

Tabla 5. Fauna

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
curíes	<i>cavia porcellus</i>
tigrillo	<i>felis pardales, f. tigrina</i>
torcaza	<i>leptotila verreauxi</i>
cusumbe	<i>nasu nasua</i>
pavas	<i>penelope perspicax</i>
chiguaco	<i>turdus leucops</i>
zorro	<i>vulpes vulpes</i>
chucha	<i>didelphis marsupialis</i>
erizo	<i>chamaepetes goudotii</i>
pava maraquera	<i>chamaepetes goudotii</i>
falsa coral	<i>chamaepetes goudotii</i>
periquillo verde	<i>forpus conspicillatus</i>
tucán esmeralda	<i>aulacorhynchus prasinus</i>
gorrión	<i>zonotrichia capensis</i>
taira	<i>eira barbara</i>
caracara quebrantahuesos,	<i>caracara cheriway</i>
garza	<i>ardea alba</i>
perro lobo	<i>canis culpaeus reissi</i>
cardenal	<i>carduelis cucullata</i>
carpintero	<i>melanerpes formicivorus</i>
garrapatero	<i>milvago chimachima</i>
conejo de monte	<i>sylvilagus brasiliens</i>
paletones	<i>turdus serranus</i>
chomas	<i>columbafasciata albilinea</i>
platanero	<i>melanerpes formicivorus</i>
barranquero	<i>momotus momota</i>
gorrion	<i>zonotrichia capensis</i>
mama juana	<i>forpus conspicillatus</i>
gavilanes	<i>buteo magnirostris</i>
gorriones	<i>polybotud plancus</i>
azulejo	<i>traupis episcopus</i>
guaragua	<i>tangara girola</i>
chicao	<i>icterus chrysater</i>

quinquina	<i>cianocorax incas</i>
loro verde	<i>forpus conspicillatus</i>
ratón de monte	<i>thomasomys cinereiventer</i>
ardilla	<i>microsciurus pucherani</i>
venado	<i>mazama rufina rufina</i>
murciélago vampiro	<i>vampyresa thyone</i>
armadillo	<i>dasyopus novencintus</i>
perro de monte	<i>tayra</i>

*Fuentes: Elaboración propia de trabajo de campo e información suministrada por habitante de la zona., diagnóstico biofísico y socioeconómico de la microcuenca presidente que surte los acueductos el saladito y las cruces, municipio de Timbío-cauca, secretaria de desarrollo agropecuario ambiental y económico, plan de manejo ambiental de los predios del municipio de Timbío “el lote” y “el lote Chiribio, diagnóstico y prospectiva para la formulación de alternativas de manejo para protección y conservación en la subcuenca Timbío alto,*

### **13.2.3. Flora**

Las especies arbóreas señalan cambios sustanciales en el manejo del suelo, orientándose hacia prácticas sostenibles y beneficiosas para el ecosistema, esta investigación sumando las prácticas técnicas realizadas en campo logran cubrir la clasificación arbórea que ha señalado la compleja red de especies que caracterizan a la finca Lote1 y sus entornos circundantes.

Dentro de este mosaico arbóreo, se identificaron diversas especies, cada una contribuyendo de manera única al tejido ambiental de la región. Especies autóctonas, con su arraigo profundo en la historia ecológica del área, comparten espacio con variedades más recientes, algunas de ellas dando su aporte al ecosistema, como lo puede ser el “Nacedero” cuyo nombre científico es *Trichanthera guigantea* la cual emerge como un activo esencial en la gestión hídrica, su sistema radicular profundo desempeña un papel crucial al facilitar la captación y retención de agua en el suelo. Esta capacidad no solo contribuye significativamente a la recarga de acuíferos locales, sino también enriquece la disponibilidad de agua para otras especies vegetales, promoviendo así la biodiversidad y la resiliencia del ecosistema, por otro lado,

también se presentan especies invasoras como lo es el “pino” o su nombre científico *pinus* el cual presenta una reputación por su demanda significativa de agua, las grandes alturas que toma este espécimen compitiendo por los rayos solares hacen que sus ramas cubran una porción bastante amplia del terreno a sus alrededores haciendo que otras especies no reciban cantidades de sol apropiadas para su desarrollo, sumado a esto la hojarasca que este proporciona suelen cubrir gran parte de la superficie logrando así alcanzar varios centímetros de esta haciendo técnicamente que especies de menor tamaño como lo pueden ser los pastos logren menor desarrollo.

Tabla 2. Flora

Nombre común	Nombre Científico
chirimoyo	annona cherimola
aguacatillo	behilshmiedia sp
café	coffe arábiga
nogal	cordia alliodora
pino	pinus
chachafruto	eritrina edulis
eucalipto	eucalyptus globulos
lechero	euphorbia spp
higuerón	ficus sp
guarno	inga spectabilis
mango	mangifera indica
arrayan	mangifera indica
mortiño	miconia sp
laurel de cerca	myrcia pubescens
palo balso	ochroma lagopus sw
igua	pseudosomanea
roble	quercus humboldtiana
sauce	salix humboldtiana
guayacán	tobabais chrysantha

nacedero	trichanthera guigantea
bromelias	bromeliaceae
helechos	lycopodium sp
nacedero	trichanthera gigantea
macadamia	macadamia integrifolia
lechero verde	euphorbia lauriformis
cipres	cupressus lusitanica
cedro americano	cedrela odorata
guayacan de manizales	lafoensia speciosa
acacia	acacia magium
chilco	baccharis floribunda
guayacan amarillo	androanthus chrysanthus
totocal	duranta mutisii
guarango	erythrina sp
mortiño de mayo	tibouchina urvilleana
jiguas	nectandra sp
mayo	tromotriche revoluta
motilon	hieronyma macrocarpa
encenillo	weinmannia tomentosa
palmicha	coccotharinax argentata
heliconias	heliconiaceae
caspe	qualea sp.
tachuelo	lupinus alopecurnides
aliso	alnus sp
clavellino	baccharis floribunda
guásimo	ficus sp
pepo	solanum ovalifolium
maco	monnina revoluta
7 cueros	quercus humbolt
sangregado	persea sp
palo bobo	panopsis polystachya

cordoncillo	ocotea sp
anturios	anthurium sanguineum
orquídeas	epidendrum afforigidifloruin.

*Fuentes: Elaboración propia de trabajo de campo e información suministrada por habitante de la zona., diagnóstico biofísico y socioeconómico de la microcuenca presidente que surte los acueductos el saladito y las cruces, municipio de Timbío-cauca, secretaria de desarrollo agropecuario ambiental y económico, plan de manejo ambiental de los predios del municipio de Timbío “el lote” y “el lote Chiribio, diagnóstico y prospectiva para la formulación de alternativas de manejo para protección y conservación en la subcuenca Timbío alto,*

En el reconocimiento del predio en recuperación, el cual en el pasado perteneció a lotes activos, se comprueba la presencia de flora como Cacho venado, cordoncillo, Cucharo, Encenillo, Guarango, Helecho, Motilón, Pino, Roble

Miconia affinis, conocido como Cacho Venado (*ver foto 1*), no solo es una entidad botánica de gran relevancia en términos de biodiversidad, sino que también despliega efectos significativos en el entorno edáfico y en las interacciones con otras especies. En caracteres hídricos puede ser considerado beneficioso. Su capacidad para colonizar áreas de terreno con pendiente pronunciada y sus raíces extensas pueden contribuir a la retención de agua en el suelo, favoreciendo así la recarga de acuíferos locales y regulando el flujo hídrico, sus raíces al ser extensas y densas, puede desempeñar un papel positivo en la prevención de la erosión del suelo. Sus raíces actúan como anclajes, estabilizando las capas superiores del suelo y mitigando la pérdida de tierra por erosión. La dinámica de Miconia affinis con otras especies se presenta como multifacética. Por un lado, su sombra densa y la producción de hojarasca pueden influir en la germinación y crecimiento de especies más pequeñas, creando microambientes particulares. Por otro lado, esta especie puede actuar como un hábitat favorable para diversas formas de vida, fomentando la diversidad biológica

Foto 1. Cacho Venado: *Miconia affinis*



*Piper aduncum*, o Cordoncillo (*ver foto 2*), perteneciente a la familia Piperaceae, destaca por sus propiedades botánicas distintivas y su presencia en la zona de estudio, el Cordoncillo, en virtud de su adaptabilidad y rápido crecimiento, favorecer la recarga de acuíferos locales, sus raíces, aunque poco profundas pueden ayudar a estabilizar el suelo, especialmente en áreas propensas a la pérdida de tierra por escorrentía, el Cordoncillo, aunque puede ofrecer beneficios, plantea desafíos. Su capacidad de colonizar rápidamente áreas disturbadas (áreas en quema, tala y la invasión de especies, entre otras actividades que deterioran los ecosistemas) puede conducir a la formación de monocultivos, desplazando a especies nativas y generando preocupaciones sobre la biodiversidad local

Foto 2. Cordoncillo : *Piper aduncum*



*Erythrina* sp, conocido localmente como guarango (*ver foto 3*) pertenece a la familia Fabaceae. Con su estructura arbórea, desempeña un papel vital en la producción hídrica, su sistema radicular profundo puede contribuir significativamente a la retención de agua en el suelo, favoreciendo así la recarga de acuíferos locales y regulando el flujo hídrico, puede ser un aliado eficaz contra la erosión del suelo, ya que las raíces actúan como anclajes estabilizando las capas superiores del suelo y reduciendo la pérdida de tierra por escorrentía, este árbol podría establecer interacciones beneficiosas con otras especies, su estructura proporciona hábitats únicos y sus flores atraen polinizadores.

*Foto 3. Guarango: Erythrina sp*



Weinmannia tomentosa, conocido como Encenillo (*ver foto 4*) desempeña un papel crucial en la producción de agua, su capacidad para retener agua en el suelo, favorecer la infiltración y contribuye significativamente a la regulación hídrica, este árbol puede ser un colaborador clave para la biodiversidad local, su presencia podría generar microhábitats beneficiosos para diversas formas de vida, sus flores y frutos son importantes para la fauna, el Encenillo al igual que otros árboles de gran envergadura, tiene el potencial de mitigar la erosión del suelo.

*Foto 4. Encenillo: Weinmannia tomentosa*



La presencia del Pino (Pinus) (*ver foto 5*) al no ser una especie nativa introduce desafíos particulares que requieren atención en términos de gestión ambiental y conservación, la introducción de una especie no nativa como el Pino puede generar competencia con las especies

autóctonas de la región, esta competencia puede afectar la biodiversidad y la capacidad de las plantas nativas para adaptarse, la descomposición de las agujas de pino contribuye a la acidificación del suelo, esto puede alterar la composición química del suelo, afectando negativamente a plantas que requieren condiciones específicas para su crecimiento, algunas especies de pinos son propensas a incendios forestales, su introducción puede alterar los patrones naturales de incendios en la región, la influencia del pino en la regulación hídrica puede ser diferente a la de las especies nativas, esto podría afectar la disponibilidad y distribución del agua en la finca Lote1

*Foto 5. Pino: Pinus*



La presencia del Roble (*Quercus humboldtiana*) en la finca Lote1 añade una dimensión crucial al tejido ecológico y botánico, este árbol (*ver foto 6*) con sus características destacadas, desempeña un papel esencial en la gestión hídrica, la promoción de la biodiversidad y la estabilidad del suelo, sus interacciones positivas con otras especies crean un entorno propicio para la biodiversidad, mientras que su capacidad para estabilizar el suelo es vital para prevenir la erosión en terrenos inclinados

Foto 6. Roble: *Quercus Humboldtiana*



El Cucharo (*ver foto 7*) presenta una estructura arbórea única que lo distingue en el paisaje de la finca Lote1. Su presencia añade una dimensión especial a la diversidad botánica de la región. Este árbol contribuye a la biodiversidad, al proporcionar hábitats específicos y servir como recurso para diversas formas de vida, desde insectos hasta aves, el Cucharo, siendo nativo, ha desarrollado adaptaciones específicas para sobrevivir y prosperar en las condiciones climáticas y del suelo de la zona, su presencia puede establecer interacciones ecológicas significativas como la facilitación de la polinización y la dispersión de semillas por fauna local.

*Consideraciones Ambientales:* La gestión del Cucharo debe enfocarse en prácticas sostenibles que promuevan su regeneración natural y eviten impactos negativos, asegurando su presencia a largo plazo. La preservación del hábitat natural del Cucharo es esencial, estrategias de conservación que protejan su entorno y minimicen perturbaciones antropogénicas son cruciales dada su importancia para la biodiversidad, se recomienda un monitoreo regular de las poblaciones de Cucharo para evaluar su salud y vitalidad.

El Cucharero, con sus características distintivas y su papel en el ecosistema, merece una atención cuidadosa en términos de gestión y conservación, este análisis establece las bases para explorar a fondo su contribución al entorno de la finca Lote1 y resalta la necesidad de estrategias de manejo que aseguren su papel continuo en la ecología local.

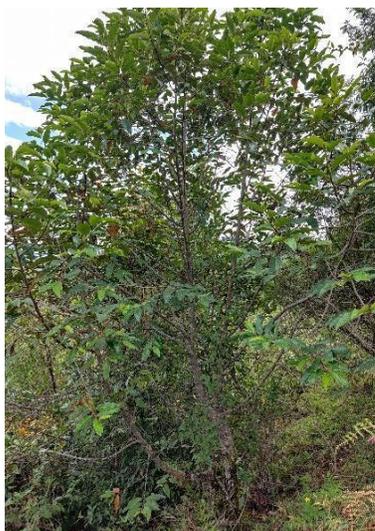
*Foto 7. Cucharero: Dendropanax arboreus*



Motilón (*Hieronyma macrocarpa*) emerge como un protagonista distintivo en el paisaje, desplegando características morfológicas únicas que lo definen como una especie singular perteneciente al grupo familiar de las Euphorbiaceae (*ver foto 8*) el Motilón destaca por su importancia para la fauna local, ofreciendo habitats y recursos esenciales.

Sus frutos, en particular, representan un componente vital en la cadena alimentaria, sirviendo como fuente de nutrición para diversas especies, considerando su valor ecológico, la conservación del hábitat natural del Motilón emerge como una prioridad, estrategias de gestión que fomenten la regeneración natural de la especie y monitoreo regular de sus poblaciones son esenciales para garantizar su salud y persistencia a largo plazo.

Foto 8. Motilón: *Hieronyma macrocarpa*



El Helecho Grande (*ver foto 9*) clasificado dentro del grupo taxonómico Tracheophyta, emerge como una capa única a la flora local, pertenece al amplio grupo de las plantas vasculares, indicando su complejo sistema de vasos conductores que transportan agua y nutrientes, desde un punto de vista ambiental, el Helecho Grande contribuye a la dinámica del ecosistema, su capacidad para prosperar en entornos sombreados y su papel en la retención de humedad pueden influir en las condiciones microclimáticas locales, el Helecho Grande merece atención en términos de conservación y manejo ambiental, la preservación de su hábitat, la gestión de la vegetación circundante y la comprensión de su relación con otros componentes del ecosistema son elementos clave para su sostenibilidad.

*Foto 9. Helecho grande: Trachephyta*



#### ***13.2.4. Cuerpos de agua***

En las 21 hectáreas de la finca, se identificaron 6 nacideros de agua y una ciénaga, los cuales desempeñan un papel crucial en la conservación vegetal dado que cada nacimiento de agua, influye en la composición y salud de los pequeños bosques adyacentes. Durante la investigación de campo, se pudo observar que los brotes de agua están rodeados por aproximadamente de 15 a 20 metros de bosque nativo, siendo estos espacios los pocos que no han experimentado acciones antrópicas.

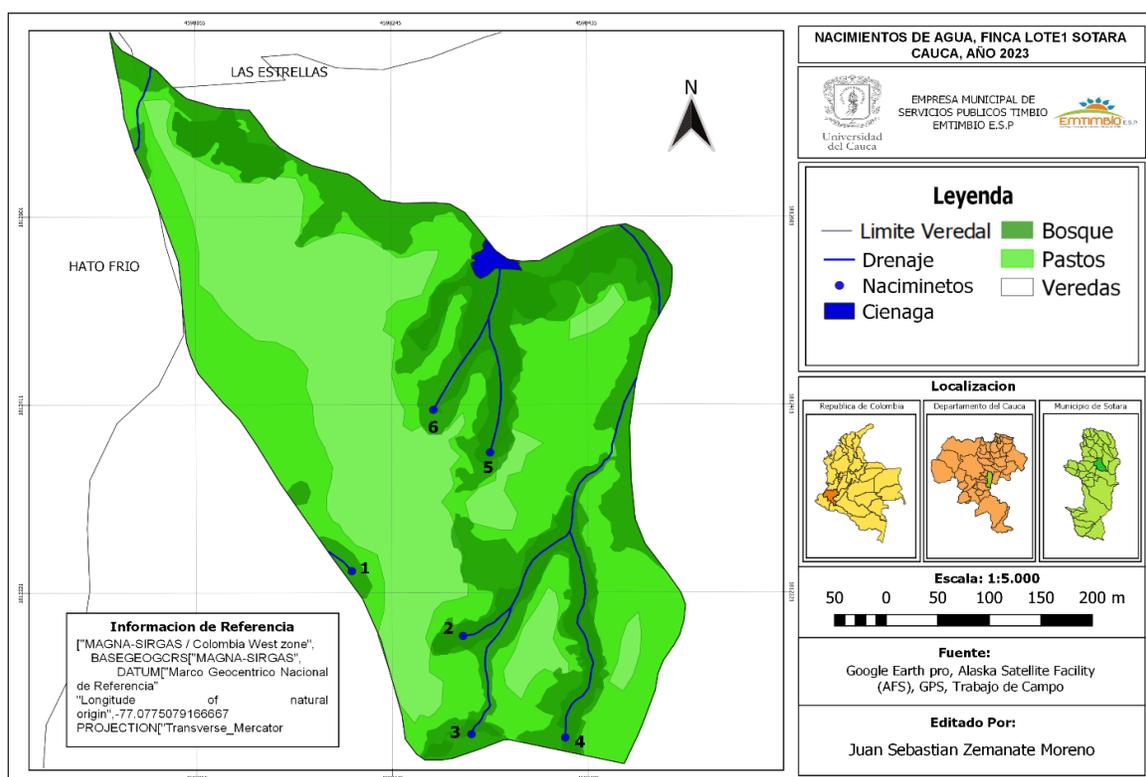
Como se puede observar en el mapa de nacimientos de agua (*ver mapa 16*), la finca lote 1 cuenta con 6 nacimientos y tal como fue previamente relatado estos brotes de agua cuentan con áreas boscosas a sus alrededores, se observa además que 4 de los nacimientos se encuentran en la parte alta de la finca, con la particularidad de que los nacimientos 2,3 y 4 se conectan en el centro de la finca, además de esto se observa que su escorrentía está determinada al sur de la finca, concretamente en el centro de la parte alta, en la cual el drenaje atraviesa el entramado

vegetal digiriendo su red hídrica hacia el Este, la cual desfoga y tiene conectividad finalmente en el Noreste de la finca uniéndose al cauce principal

Además de esto, también se analiza que el nacimiento 1 a pesar de nacer en la parte alta de la finca su desplazamiento es por el límite colindante por la zona Oeste descendiendo lentamente y finalmente entrando nuevamente por la punta Noroeste de la finca y de esa manera desembocar en la red principal.

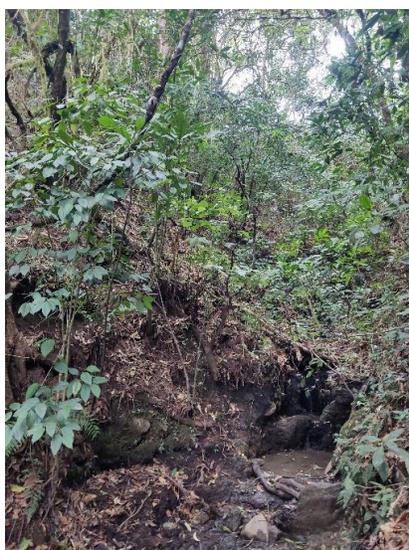
En cuanto a los nacimientos 5 y 6 sabemos que nacen en la parte central de la finca lote1, los dos hacen un recorrido similar, ya que se unen rápidamente debido a su proximidad, estos desembocan juntos dando amplitud a su área de escorrentía formando una ciénaga próxima al área de su desembocadura, permitiendo de tal modo que la vegetación a sus alrededores saque mayor provecho del drenaje.

Mapa 16. Nacimientos de agua, finca Lote1



El primer nacimiento se encuentra ubicado en las coordenadas  $2^{\circ}17'46.19''$  N  $76^{\circ}36'45.74''$  O el cual por medio de trabajo de campo y con herramientas de GPS se realiza la respectiva georreferenciación del brote de agua, dentro de las caracterizas de este punto se establece que está ubicado en áreas con pendiente pronunciada, este nacimiento en particular es el único que presenta vecindad por el oeste con otros predios, su cobertura vegetal es pronunciada (*ver foto 10*), cubriendo gran parte de tu terreno con áreas boscosas (*ver foto 11*), además de esto el caudal de agua se pronuncia de manera constante (*ver foto 12*) teniendo gran relevancia en la interacción de flora y fauna.

*Foto 10. Primer nacimiento*



*Entrada a la fuente de agua del primer nacimiento*

*Foto 11. Primer nacimiento*



*Parte alta del primer nacimiento*

*Foto 12. Primer nacimiento*



*Brote de agua con reposadero de agua*

El segundo nacimiento, situado en las coordenadas  $2^{\circ}17'44.09''$  N y  $76^{\circ}36'42.17''$  O, marca su presencia en las elevadas regiones de la finca Lote1, este nacimiento se distingue por el flujo característico que presenta el brote de agua, manifestándose por medio de goteo constante (*ver foto 13*) con aproximadamente una gota por segundo.

Una peculiaridad destacada en este sitio es la moderada-alta porosidad de la superficie terrestre circundante. Esta característica permite la continuidad en el flujo de agua, ya que las paredes del nacimiento liberan pequeñas cantidades de agua, concentrando así el caudal en espejo de agua (*ver foto 14*) la concentración de agua en el estanque permite que por efecto de la gravedad, el agua desciende gradualmente por la finca (*ver foto 15 y 16*).

En cuanto a la cobertura vegetal, se observa una diferencia notoria respecto al primer nacimiento. En este caso, los suelos muestran signos de erosión más marcados, con una presencia vegetal reducida a lo largo de las orillas de la vertiente (*ver foto 15*).

*Foto 13. Segundo nacimiento*



*Nacimiento con una moneda para dimensionar el goteo del brote de agua*

*Foto 14. Segundo nacimiento*



*Reposadero de agua proveniente del goteo de agua*

*Foto 15. Segundo nacimiento*



*Corriente de agua*

*Foto 16. Segundo nacimiento*



*Flujo de agua descendente del nacimiento*

El tercer nacimiento de la finca Lote1, con coordenadas geográficas  $2^{\circ}17'40.84''$  N y  $76^{\circ}36'41.96''$  O, en comparación con los otros nacimientos, este en específico exhibe una cobertura vegetal menos densa (*ver foto 17*)

La filtración de agua en este nacimiento se manifiesta mediante múltiples goteos (*ver foto 18*), proceso que erosiona el terreno de forma leve. La fuerza del drenaje en este punto se ve limitada por las condiciones topográficas, lo que resulta en un flujo de agua con una intensidad relativamente baja. No es sino hasta aproximadamente 20 metros del nacimiento que el afluente se manifiesta con claridad (*ver foto 19*) revelando su curso de manera gradual.

Un dato de interés reside en el hecho de que el nivel de hojarasca se encuentra en la entrada del brote de agua alcanzando su punto máximo; en el área se encontró con una altura significativa de hasta 3 centímetros (*ver foto 20*) Este fenómeno aporta un matiz intrigante a la dinámica hidrológica subrayando la importancia de comprender no solo los flujos de agua principales, sino también las interacciones a escala microambiental que moldean el paisaje circundante.

*Foto 17. Tercer nacimiento*



*Entrada al nacimiento de agua*

*Foto 18. Tercer nacimiento*



*Infiltración de agua por goteo*

*Foto 19 Tercer nacimiento*



*Brote de agua en aproximación de 20 metros del nacimiento*

*Foto 20. Tercer nacimiento*



*Capas de hojarasca presente en la boca del nacimiento*

El cuarto nacimiento de agua, ubicado en las coordenadas  $2^{\circ}17'40.73''$  N y  $76^{\circ}36'38.96''$  O, destaca como, el nacimiento que presenta la corriente de agua con el cauce más elevado dentro la finca Lote1, esto se debe a que el cuarto nacimiento se encuentra en una de las cotas más altas que presenta el lote1 siendo esta la de los 2444 msnm

Este nacimiento se distingue por la marcada inclinación de su pendiente (*ver foto 21*), ocasionando un aumento sustancial en la velocidad del flujo hídrico. La topografía pronunciada, caracterizada por una elevada pendiente, contribuye al fenómeno de erosión presente en este sitio. La intensidad del caudal (*ver foto 22*) combinada con la pendiente pronunciada, genera condiciones propicias para procesos erosivos notables, en términos de cobertura vegetal, este nacimiento exhibe la mayor densidad de flora comparado con otros puntos en estudio.

*Foto 21. Cuarto Nacimiento*



*Desfogue del nacimiento parte alta*

*Foto 22. Cuarto Nacimiento*



*Salto de agua con reposadero en lecho rocoso*

El quinto nacimiento de agua se da inicio al análisis de los nacimientos que pertenecen a la parte baja de la finca, georreferenciando a este con las coordenadas  $2^{\circ}17'50.13''$  N y  $76^{\circ}36'41.36''$  O, se caracteriza por un flujo continuo de agua (*ver foto 23*). La zona exhibe una alta cobertura vegetal, mayormente compuesta por pastos y la especie arbórea conocida como Helecho grande (*Trachephyta*) (*ver foto 24*) se destaca la presencia de escasa erosión en este punto, contribuyendo a la estabilidad de la topografía circundante. Este conjunto de características sugiere un entorno hídrico equilibrado, con un flujo constante y una cobertura vegetal diversa.

*Foto 23. Quinto nacimiento**Desfogue del afluente con caída por efecto de gravedad**Foto 24. Quinto nacimiento**Entrada nacimiento cubierto por*

El sexto nacimiento se encuentra situado en las coordenadas  $2^{\circ}17'51.35''$  N y  $76^{\circ}36'43.24''$  O, Presenta cobertura vegetal con abundancia de árboles y variedad de plantas que conforman un tapiz botánico en la zona circundante (*ver foto 25*).

El brote de agua surge por el entramado arbóreo en suelos arcillosos, lo que permite a las raíces de los árboles abrir paso al agua que se encuentra retenida en el suelo, generando de tal modo una ruta de salida y de tal modo el agua pueda surgir en la superficie (*ver foto 26*), claramente se observa que esto pasa cuando se combina los anteriores factores con inclinaciones en la pendiente para que así el curso de agua se vea influenciado por efecto de la gravedad y logre tener mayor recaudo para el descenso del afluente.

Este nacimiento presenta flujo de agua constante con poca erosión en la escorrentía que traza la vertiente de agua, subrayando la estabilidad del terreno circundante (*ver foto 27*).

*Foto 25. Sexto nacimiento*



*Entrada al nacimiento*

*Foto 26. Sexto nacimiento*



*Brote de agua con reposadero*

*Foto 27. Sexto nacimiento*



*Flujo de agua en pendientes suaves*

El humedal se encuentra localizado en las coordenadas  $2^{\circ}17'56.10''$  N y  $76^{\circ}36'41.35''$  O, este es un componente distintivo en la finca Lote1, este ecosistema hídrico se encuentra en áreas de la llanura de inundación de la vertiente principal del Río Presidente.

La cobertura vegetal de la ciénega está dominada por pastos, que se despliegan en una exuberante manta verde de espacio de pantanos poco profundo, las cuales respetan las escorrentías no captadas en los nacimientos (*ver fotos 28- 29*)

En la parte superior, se aprecia un entramado arbóreo amplio, confiriendo a este humedal una rica diversidad botánica (*ver foto 30*). La presencia de esta ciénega, en estrecha relación con la vertiente principal del Río Presidente, añade un matiz vital a la complejidad del sistema hidrológico en estudio, este humedal sirve como hábitat para diversas formas de vida acuática y terrestre

*Foto 28. Humedal – Ciénega*



*Flujo de la caída de agua, caminos de infiltración natural*

*Foto 29. Humedal – Ciénega*



*Cobertura vegetal parte alta*

*Foto 30. Humedal – Ciénega*



*Cobertura vegetal parta baja*

**13.3. Contexto ambiental, económico y social del entorno en el que se ejecutará el proyecto y el punto de captación.**

Al recorrer la vereda la Catana y atravesar los predios de la cual este se compone, se logra observar que los suelos presentan gran variedad de mosaicos, dado que en grandes porciones de tierra se observan pastos arbóreos en terrenos ondulados (*ver foto 31*) a su vez en otros sectores se encuentra con los inicios de áreas boscosas (*ver foto 32*) y a sus periferias por el Oeste inicios de pastos.

*Foto 31. Cobertura Vegetal*



*pastos arbóreos*

*Foto 32. Cobertura Vegetal*



*Bosque natural y pastos*

Al adentrarse al área de estudio, recorriendo los predios colindantes se encontró la divisoria de aguas de la quebrada Cervera (*ver foto 33*) la cual limita con el lote1 por el Oeste, se aprecia que el caudal que presenta la quebrada es abundante y de flujo continuo con rocas sedimentadas el lecho del cauce (*ver foto 34*)

*Foto 33. Cobertura Vegetal*



*Drenaje con banco de arena.*

*Foto 34. Cobertura Vegetal*



*Quebrada Cervera*

Al recorrer alturas de 2436 metros sobre el nivel del mar, atravesando el límite por el oeste del lote1 se encontró con cobertura vegetal peculiar, se puede ver lo que pudieron ser suelos utilizados para la ganadería intensiva y a su vez se observa el límite de la frontera agrícola (*ver foto 35*), dando inicio a mosaicos diferentes en la entrada a la finca lote1

*Foto 35. Cobertura Vegetal*



*Frontera natural de bosque y pastos, entrada lote1*

Al adentrarse en las áreas de la finca lote1 se puede apreciar el inicio de bosque que se ha estado regenerando naturalmente en el transcurso de varios años de manera silvestre (*ver foto 36*) se ve el entramado de la finca lote1 y la compleja área boscosa que se ha recuperado con el pasar de los años, además de esto se encuentra en un trasfondo las áreas boscosas que colindan con la finca lote1 (*ver foto 37*)

*Foto 36. Cobertura Vegetal*



*Pastos arbóreos parte alta del lote1.*

*Foto 37. Cobertura Vegetal*



*Cobertura vegetal, áreas bosque secundario*

Uno de los datos atípicos se encontró con la presencia de árboles de pino, los cuales aunque no pertenecen al territorio han sido introducidos al ecosistema de manera antrópica para su explotación en las áreas de mayor elevación de la microcuenca Presidente, se resalta que para que esta especie haya llegado a la finca lote 1 (*ver foto 38*) de manera natural tuvo que recorrer gran parte del territorio, dado que el lote 1 se encuentra en la parte baja de la microcuenca presidente, esto nos da a entender que muy probablemente las semillas de pino hayan sido transportadas por la fauna que recorren la microcuenca presidente, siendo esto muy beneficioso dado que, por una parte, nos demarca el desplazamiento de ciertas especies por el ancho y largo del territorio, teniendo como efecto que la fauna ayude a minimizar los pastos limpios que se encuentran en territorio.

*Foto 38. Cobertura Vegetal*



*Centro lote 1 bosque en crecimiento, árbol predominante pino*

Es sabido que los pinos presentan retos por las posibles implicaciones que estos pueden presentar a los nutrientes del suelo, de la misma manera se resalta para el caso Lote 1 ayuda a recuperar lentamente la cobertura vegetal y sus zonas boscosas (*ver foto 39*) se observó el contraste presente de pastos con la frontera arbórea que emergen en las pendientes del Lote 1, se resalta la relación simbiótica presente de cobertura vegetal con en el terreno, produciendo así

mayor número de raíces bajo el suelo, creando de tal manera una biomalla reafirmando el suelo y evitando así posibles desprendimientos de tierra.

*Foto 39. Cobertura Vegetal*



*Pastos, pastos arbóreos e inicio de bosque*

Al recorrer la finca lote1 se evidencia la presencia de una gran variedad de árboles (*ver foto 40*) la importancia de tener diversidad arbórea garantiza que la fauna y las variedades de especies presentes en el área de interés y sus alrededores, sean de vital importancia, dado que al existir la relación de flora y fauna podemos asegurar que las áreas de bosque poco a poco seguirán recuperando su cobertura, producto inmediato de que los animales que recorren los predios logrando esparcir semillas por lo largo y ancho de la microcuenca y sus zonas aledañas

*Foto 40. Cobertura Vegetal*



*Bosque natural colindante a la ronda hídrica*

Al salir de la finca Lote1 de la vereda la Catana por el Noroeste, exactamente ubicados en la vereda las Estrellas, se encontró con el panorama de la finca Lote1 en relación a los predios colindantes (*ver foto 41*), evidenciando de tal modo que la finca Lote1 presentado mejor evolución en la reconstrucción vegetal al no tener contacto antrópico, ya que sus áreas se están recuperando con éxito a diferencia de las zonas colindantes, se observa que una porción grande de las áreas colindantes presentan cobertura vegetal de menor densidad en la cual predominan los pastos y pastos arbóreos.

*Foto 41. Cobertura Vegetal*



*Salida Lote1, trasfondo bosque sin intervención antrópica y suelos con intervención*

### ***13.3.1. Riesgos ambientales asociados a la finca Lote1 y su entorno inmediato.***

Los riesgos ambientales encontrados en el Lote1 están divididos en cuatro, los cuales son: deslizamientos de tierra, deforestación, cambios en el uso del suelo, particularmente asociados a la ganadería intensiva, y la amenaza persistente de incendios.

#### **Deslizamientos de Tierra:**

Las inclinadas pendientes, las transformaciones en la vegetación y las intensas escorrentías emergen como factores propensos al riesgo de deslizamientos de tierra, un fenómeno que se materializó en la finca Lote1, concretamente en las coordenadas  $2^{\circ}17'48.84''$  N y  $76^{\circ}36'39.31''$  O (*ver foto 42*). A través de la documentación visual obtenida durante la expedición a campo realizada el 1 de julio de 2023.

La cobertura vegetal que envuelve el área afectada da paso al análisis de la topografía del lugar, permitiendo observar que hubo deslizamiento de talud (*ver foto 43*) afectando las vertientes de los nacimientos 2, 3 y 4 de la finca Lote1 (*ver foto 44*). Fenómenos naturales como este permiten analizar la estabilidad del terreno y las posibles implicaciones a los drenajes que transcurren por el Lote1 y predios colindantes.

*Foto 42. Deslizamientos de Tierra*



*remoción en masa*

*Foto 43. Deslizamientos de Tierra**Remoción en masa, deslizamiento de talud.**Foto 44. Deslizamientos de Tierra**Erosión colindante a drenaje dentro del lote I***Deforestación:**

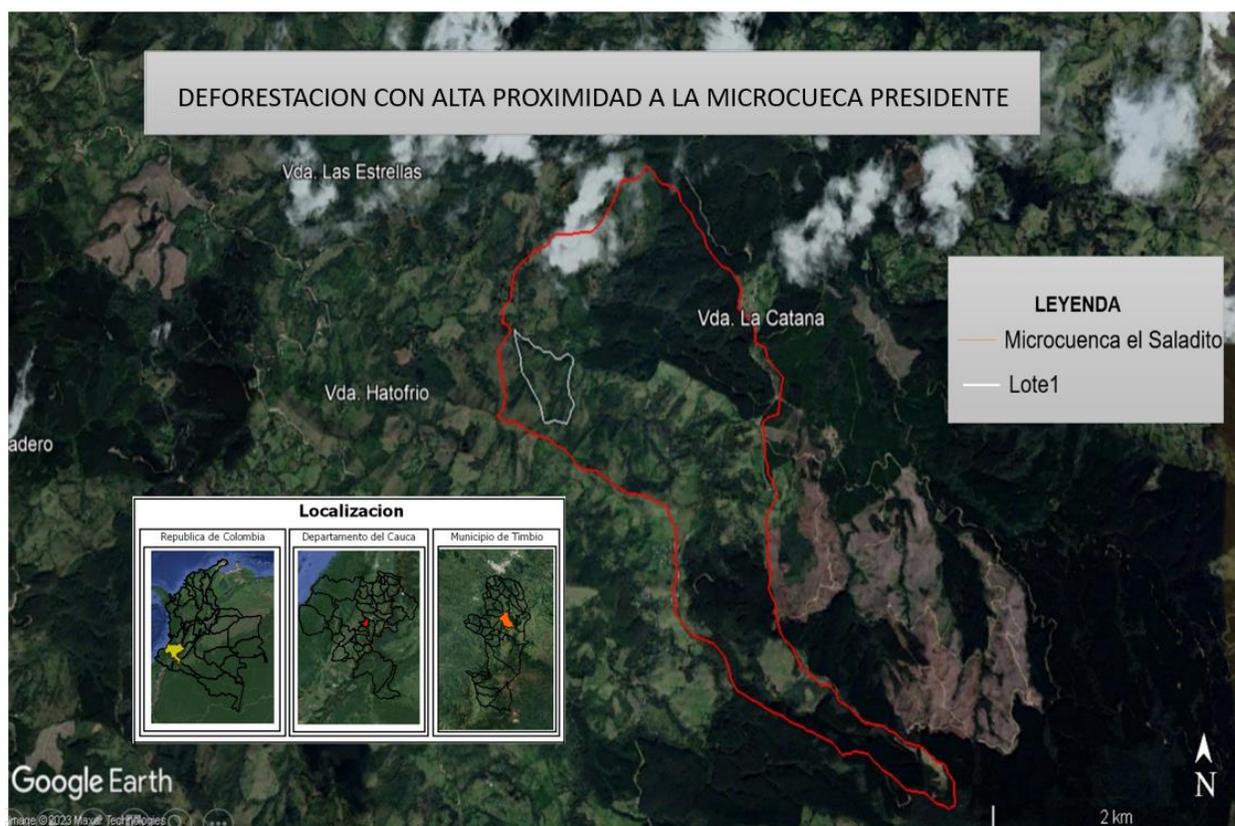
La presencia de deforestación en los alrededores de la Microcuenca Presidente, particularmente en la región de mayor altitud al sureste de la microcuenca (*ver imagen 4*), manifiesta preocupación debido a la prevalencia de monocultivos intensivos, en específico, la siembra y tala de pinos. Este patrón de cambio en el uso del suelo plantea interrogantes significativos en relación con el suministro de recursos hídricos para los afluentes, mientras que simultáneamente incita a reflexionar sobre la salud y la capacidad nutricional del suelo.

La práctica de monocultivos, como la plantación y explotación de pinos, ejerce una presión considerada sobre la capacidad del suelo para retener y proporcionar nutrientes esenciales. Además, existe la preocupación adicional de que este proceso pueda desencadenar la acidificación del terreno, un fenómeno que altera las propiedades del suelo a razón de que: disminuye la capacidad del suelo para su metabolismo, orgánico, y químico / deteriora la capacidad del suelo para cultivos. En este contexto técnico, la deforestación no solo plantea amenazas a la disponibilidad de recursos hídricos, sino que también conlleva riesgos

significativos para la integridad ecológica y la sostenibilidad a largo plazo de la Microcuenca Presidente.

La pérdida de cobertura forestal en la microcuenca puede tener efectos negativos en la regulación del agua y la integridad del hábitat de la fauna y flora, este fenómeno conlleva a la afectación de especies endógenas, adaptadas al entorno original, que se ven impactadas por la transformación del ecosistema. Simultáneamente, pueden aparecer especies exógenas, introduciendo elementos que pueden desequilibrar la estabilidad biológica de la microcuenca.

*Imagen 4. Deforestación microcuenca Presidente*



*Fuente: Edición propia, Google Earth Pro, Instituto Geográfico Agustín Codazzi.*

### **Cambios en el Uso del Suelo:**

la entrevista con habitantes, colindantes de la zona Lote1, nos relatan que antes de ser dividido los predios, el Lote1 en conjunto con toda la zona pertenecía a un ganadero llamado

Bolívar Solano, el cual llegó a contar con aproximadamente 500 cabezas de ganado que según los mayordomos del señor Solano en su apogeo ganadero “limpio toda la zona” ampliando la frontera agrícola, estableciendo cuidado de no dañar los bosques primarios circundantes a los nacimientos de agua.

Con base a estos relatos se da por concebido que en tiempos pasados el terreno fue utilizado para la ganadería intensiva, una evidencia de esto es la imagen satelital enseñada con anterioridad (*ver imagen 4*) en la cual se ve un gran entramado de pastos limpios, cabe resaltar que en la actualidad hay actividad ganadera, pero se ha visto considerablemente reducida, además de estos lugares como el Lote1 no han tenido relación antrópica, logrando así que la cobertura vegetal mejore significativamente con el pasar de los años, sus pastos, áreas arbóreas y bosques aumenten exponencialmente sus áreas.

#### **Eventos Extremos:**

Los eventos extremos relacionados con la variabilidad climática y los incendios forestales en medios montañosos son cada vez más probables en el tiempo, los incendios registrados para el último año en particular, según testimonios de los pobladores, tuvieron incendios que fueron desencadenados por acciones antrópicas, específicamente atribuidas a la práctica local de extracción de carbón. Esta información es alarmante, ya que cuando estas actividades se descontrolan, las consecuencias resultantes impactan significativamente en el medio ambiente y en la integridad del recurso hídrico, como se puede apreciar en las imágenes disponibles

Otro de los factores importantes que se debe de tener en cuenta radica en que aunque estas zonas pertenecen a la jurisdicción del municipio de Sotará se hicieron poco presentes, En su totalidad el control de este incendio en particular lo tuvo que hacer el cuerpo de bomberos del

municipio de Timbío con la ayuda de varios voluntarios de la cabecera municipal y habitantes de las veredas involucradas en el incendio.

Aunque los incendios causaron daños notables en la flora y fauna (*ver foto45-46*), es crucial destacar el éxito del cuerpo de bomberos y los voluntarios al controlar las llamas, evitando una propagación aún más devastadora. Este logro cobra especial relevancia dado que el incendio amenazó con destruir parte del bosque virgen en la zona el cual es un tesoro de biodiversidad (*ver foto 47*), siendo un hábitat esencial para numerosas especies locales y contribuyendo significativamente a la riqueza ecológica del área. Su conservación no solo protege la diversidad biológica, sino que también preserva la belleza natural y el equilibrio ambiental

*Foto 45. Incendio forestal*



*Perdida de flora y fauna vereda colindante a la vereda la Catana*

*Foto 46. Incendio forestal*



*Perdida de bosque primario y hojarasca*

*Foto 47. Incendio forestal*



*Incendio de bosque virgen*

### ***13.3.2. Perfil Socioeconómico: Características, Necesidades y Expectativas de la Población en relación al suministro de agua***

Debido al amplio gasto de agua que se produce en el municipio de Timbío se prioriza garantizar el servicio a los habitantes del municipio teniendo en cuenta los datos presentados por la empresa Emtimbio ESP. “El municipio de Timbío, según información DANE en 2016, se cuenta con una población de 13.492 habitantes en la cabecera municipal, de la cual la empresa municipal de servicios públicos tiene una cobertura de 99% de servicio prestado en el servicio de acueducto.” (EMTIMBIO, 2016) Se da una visión clara de la vitalidad e importancia que el agua presenta para los timbianos, en particular para los estratos 1 y 2 dado que estos son 3097 usuarios de 3628 lo cual representa 85% de los usuarios del acueducto municipal, esto para el año 2016 (*ver tabla 3*)

Tabla 3. Usuarios de EMTIMBIO E.S.P por estrato año 2016

ESTRATO / SECTOR	NUMERO DE USUARIOS
Estrato 1	1505
Estrato 2	1592
Estrato 3	294
Oficiales	43
Comerciales	194
<b>TOTAL</b>	<b>3628</b>

Fuente: Plan de uso eficiente y ahorro del agua empresa municipal de servicios públicos de Timbío – EMTIMBÍO E.S.P. 2016 – 2021.

El consumo de agua para el año 2016 por estrato y por mes del municipio (ver tabla 4) solamente para los usuarios de la empresa municipal Entimbio ESP. Se analiza que los meses con mayor consumo de agua son los meses de Noviembre y Diciembre los cuales corresponde a los estratos 2 y 3; El consumo de agua total en el año 2016 para el estrato 1 presenta registro de 314084.00 m<sup>3</sup>, para el estrato 2 de 344998.00 m<sup>3</sup> siendo el estrato 1 y 2 los que generan mayor consumo de agua anual.

Tabla 4. Consumo de agua por estrato en metros cúbicos año 2016

	ESTRATO 1	ESTRATO 2	ESTRATO 3	USO COMERCIAL	USO OFICIAL
ENERO	26847.00	34856.00	6804.00	4478.00	4827.00
FEBRERO	25580.00	27895.00	5048.00	2991.00	5241.00
MARZO	26261.00	30031.00	5873.00	3553.00	5299.00
ABRIL	24882.00	26664.00	5197.00	3349.00	5207.00
MAYO	25285.00	27217.00	5112.00	3390.00	5280.00
JUNIO	26561.00	30749.00	5530.00	4421.00	5255.00
JULIO	26743.00	29151.00	5717.00	4155.00	5320.00
AGOSTO	25833.00	27579.00	5052.00	3940.00	5066.00
SEPTIEMBRE	26670.00	28744.00	5416.00	4228.00	5016.00
OCTUBRE	27145.00	27852.00	5128.00	4175.00	5062.00
NOVIEMBRE	27209.00	29823.00	5446.00	4997.00	5058.00
DICIEMBRE	25068.00	24437.00	4276.00	3688.00	4863.00
PROMEDIO	26173.67	28749.83	5383.25	3947.08	5124.50
TOTAL	314084.00	344998.00	64599.00	47365.00	61494.00

Fuente: Plan de uso eficiente y ahorro del agua empresa municipal de servicios públicos de Timbío – EMTIMBÍO E.S.P. 2016 – 2021.

El consumo de agua por estrato permite observar que anualmente en volumen los estratos 1 y 2 son los de mayor consumo, pero como detalla en la tabla 5 (*ver tabla 5*) en relación a el número de usuarios, los de mayor consumo de agua son los de uso comercial, presentando un consumo promedio de usuario por día de 3.06 m<sup>3</sup> siendo más de 5 veces el consumo promedio de un usuario de estrato 1 o 2

*Tabla 5. Consumo de agua por estrato m<sup>3</sup>*

	CONSUMO PROMEDIO MENSUAL (m <sup>3</sup> )	NUMERO DE USUARIOS	CONSUMO PROMEDIO (m <sup>3</sup> /hab/día)
ESTRATO 1	26173.67	1505	0.58
ESTRATO 2	28749.83	1592	0.60
ESTRATO 3	5383.25	294	0.61
USO COMERCIAL	3947.08	43	3.06
USO OFICIAL	5124.50	194	0.88

*Fuente: Plan de uso eficiente y ahorro del agua empresa municipal de servicios públicos de Timbío – EMTIMBÍO E.S.P. 2016 – 2021.*

Ante la creciente demanda de servicios que cubre Emtimbio ESP se presenta el aumento gradual de usuarios de agua potable para el municipio de Timbío, en el cual se encuentra un total de 4240 suscritos al acueducto, resaltando un incremento de 612 usuarios del servicio desde el año 2016, pero los cuales 3830 pertenecen al uso residencial cubriendo alrededor del 90% de la demanda hídrica presentada por la empresa

Tabla 6. Suscriptores a empresa Entimbio E.S.P uso y estrato 2022



**ENTIMBIO**  
**SUSCRIPTORES EN CADA SERVICIO POR USO Y ESTRATO**  
**SEPTIEMBRE de 2022**  
**Suscriptores Activos**

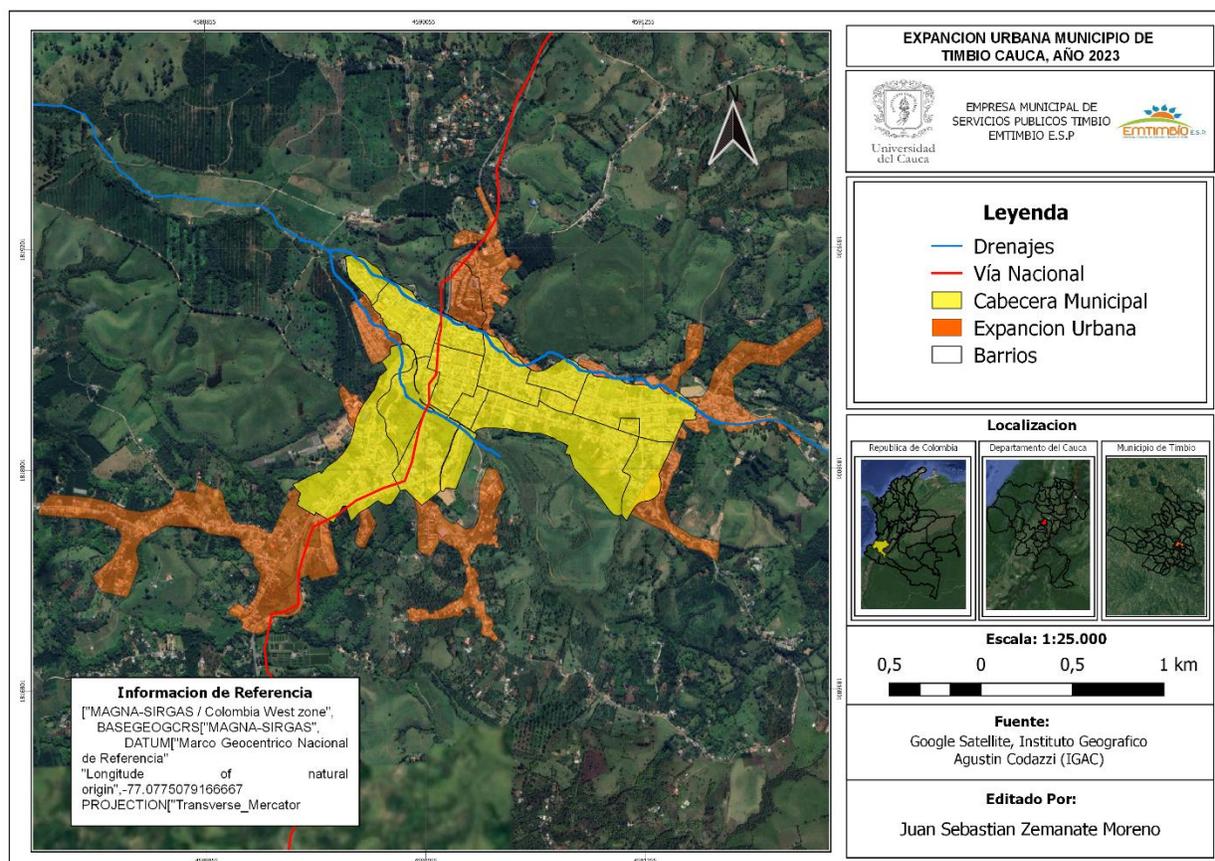
Fecha y Hora del Reporte 27/04/2023 03:54:31 PM

Uso / Estrato	Totales por Servicio									Total por Estrato
	Acueducto	Alcantarillado	Barrido y Li.	R. y Transporte	T. Disposición	Tramo Exced.	C. y Recaudo	Carg. Variable	Otros	
<b>Uso : 01 - Residencial</b>										
01 - BAJO BAJO	2,018	1,950	0	2,039	0	0	0	0	14	2,067
02 - BAJO	1,591	1,607	0	1,616	0	0	0	0	16	1,632
03 - MEDIO BAJO	221	278	0	330	0	0	0	0	2	337
<b>Total Uso : 01 - Residencial</b>	<b>3,830</b>	<b>3,835</b>	<b>0</b>	<b>3,985</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>4,036</b>
<b>Uso : 02 - Comercial</b>										
00 - CATEGORIA UNICA	365	364	0	366	0	0	0	0	8	369
<b>Total Uso : 02 - Comercial</b>	<b>365</b>	<b>364</b>	<b>0</b>	<b>366</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>369</b>
<b>Uso : 04 - Oficial</b>										
00 - CATEGORIA UNICA	45	46	0	46	0	0	0	0	4	46
<b>Total Uso : 04 - Oficial</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>0</b>	<b>46</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>46</b>
<b>Uso : 05 - ESPECIAL</b>										
07 - ESPECIAL 01	0	16	0	16	0	0	0	0	0	16
<b>Total Uso : 05 - ESPECIAL</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>
<b>Totales:</b>	<b>4,240</b>	<b>4,261</b>	<b>0</b>	<b>4,413</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>44</b>	<b>4,467</b>

Fuente: Entimbio ESP

La expansión urbana del municipio de Timbío se ha presentado a lo largo de los años en la cual por medio de imágenes satelitales se analiza la cabecera municipal y como sustancialmente el urbanismo se expande a las periferias de la cabecera formando nuevos polígonos (*ver mapa 17*) los cuales se interpretan como barrios nuevos o en desarrollo, esto conlleva a que se presente mayor demanda al recurso hídrico debido al aumento poblacional, el número de suscriptores para el servicio de agua incrementa, a su vez la cantidad de agua demandada anualmente.

Mapa 17. Expansión urbana municipio de Timbío año 2023



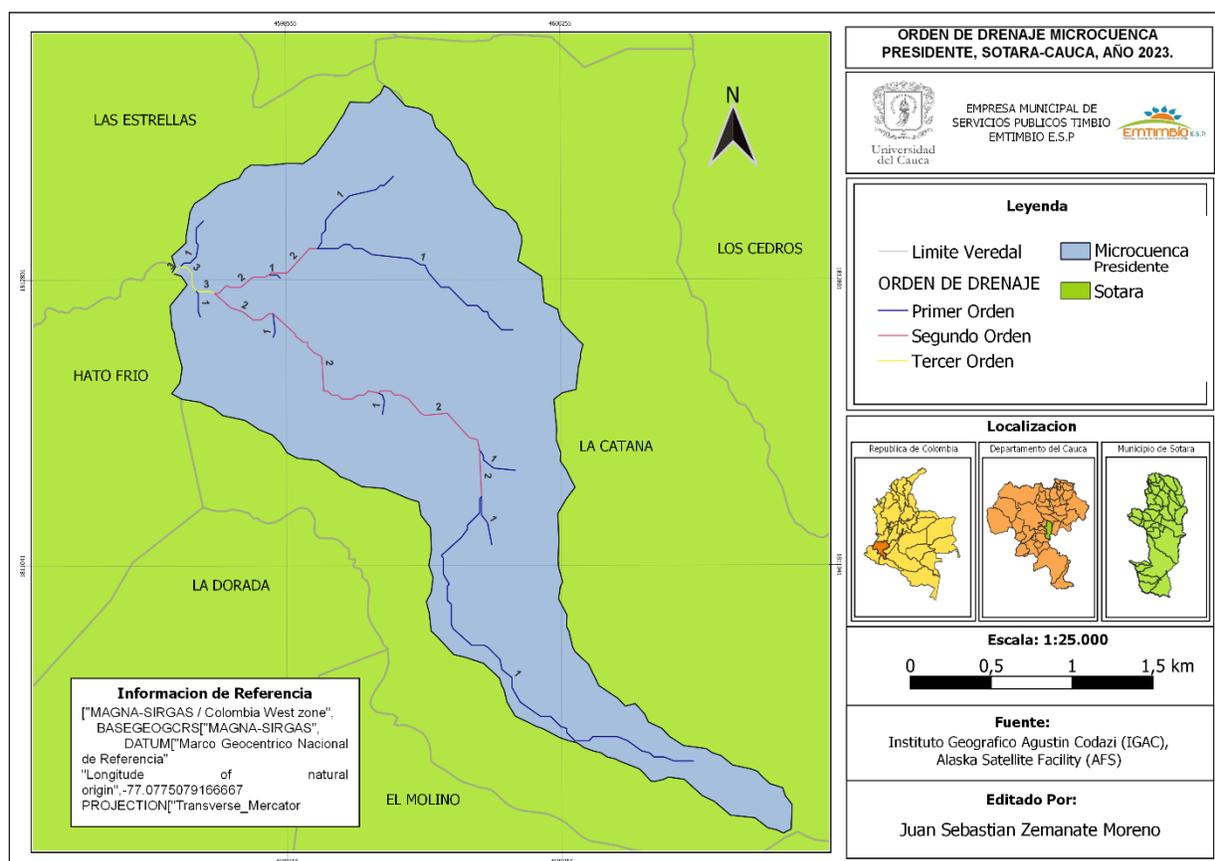
#### 13.4. Puntos de captación de agua y parámetros fisicoquímicos

Para los puntos de captación se tuvo en cuenta el orden del caudal procedente del recorrido de la microcuenca presidente, como se puede ver en el (mapa 18) la microcuenca presidente cuenta con un caudal de tercer orden, esto es importante, ya que determina 2 factores claves.

El primer factor consta del sistema de riego que presenta la microcuenca presidente, en el cual se observa la ondulación que presenta los drenajes y el curso que esta toma desde el sur de la vereda la Catana hacia el noroeste, entre los límites de las veredas las estrellas y hato frío

El orden de drenaje con el que la vertiente llega al Lote1 es de tercer orden, según la clasificación de Strahler, la cual es una forma común de categorizar la jerarquía de las corrientes en una cuenca hidrográfica, se asigna un número de orden a cada corriente, una corriente de orden 1 es la más pequeña, y dos corrientes de orden 1 se unen para formar una corriente de orden 2, del mismo modo dos corrientes de orden 2 se unen para formar una corriente de orden 3, y así sucesivamente; los drenajes que se unen en el punto de captación en el Lote1, corresponden a nueve drenajes de orden 1, se encuentran dos de orden 2 y el drenaje principal de la microcuenca presidente correspondiente al orden 3

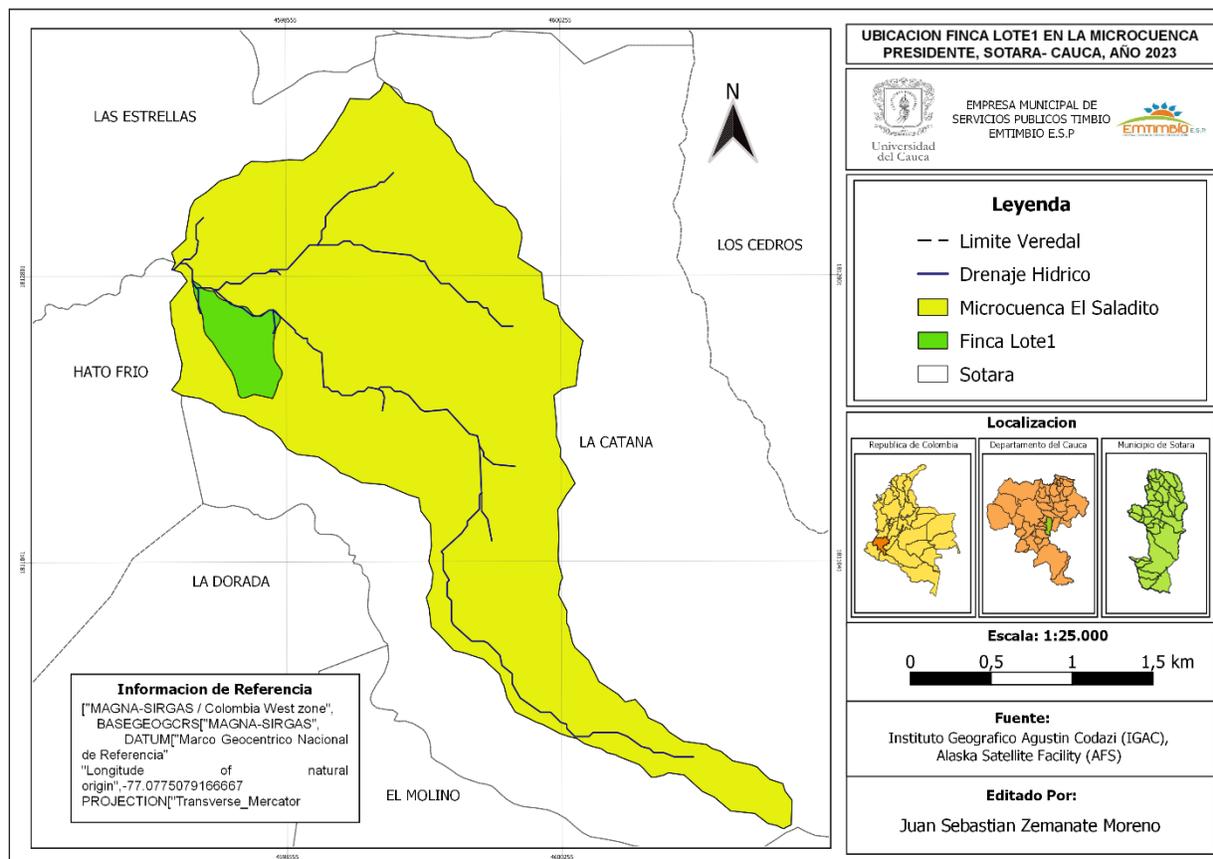
Mapa 18. Orden de drenaje microcuenca Presidente año 2023



La finca Lote1 se encuentra ubicada al Oeste de la microcuenca Presidente, se detalla la escorrentía presentada en la microcuenca (ver mapa 19) resaltando como dato primario que el

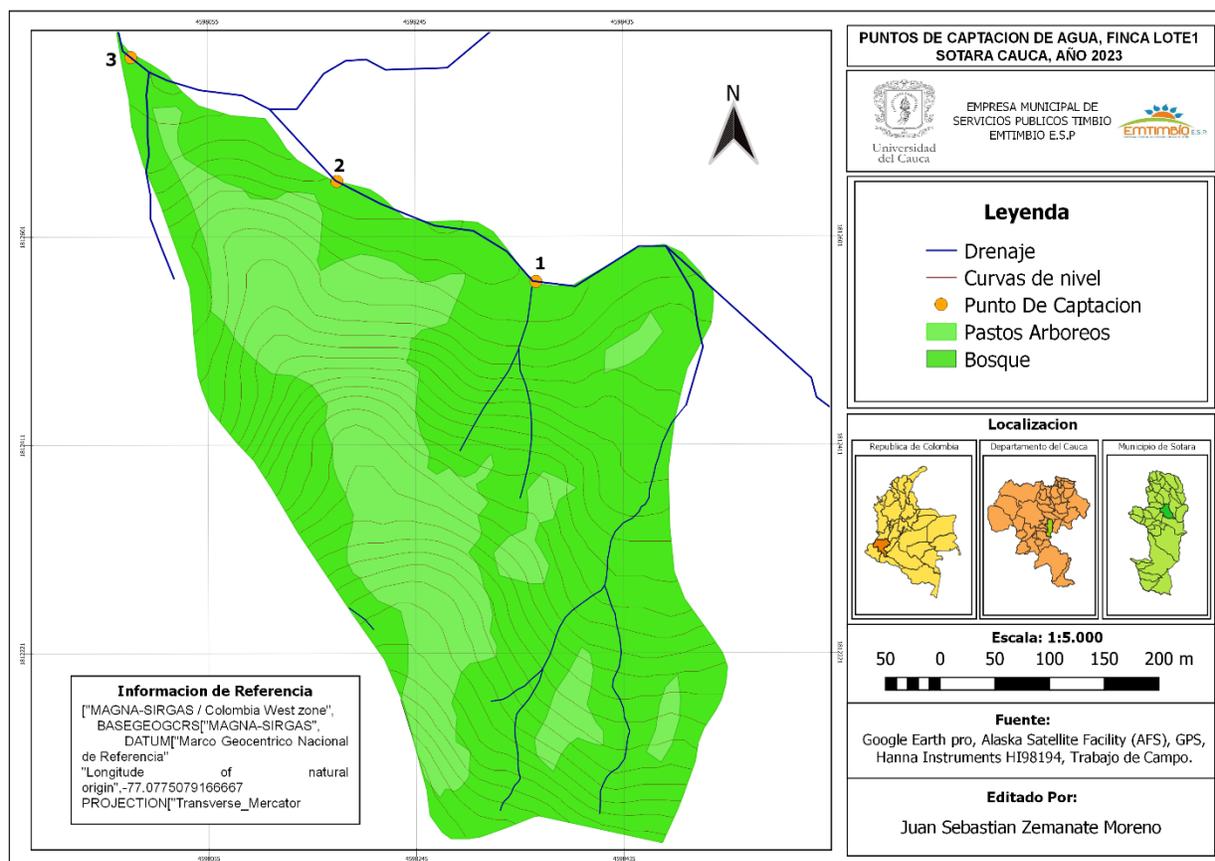
drenaje principal atraviesa el predio en su totalidad por la zona norte, demarcando que no es solo el drenaje principal el que recorre el Lote1, además de esta vertiente se une un segundo afluente de orden 2 que conecta directamente en el drenaje principal en el Lote1, producto de esta unión se obtiene la presencia de orden 3 de la microcuenca presidente.

Mapa 19. Ubicación de la finca Lote1 en la microcuenca Presidente



Los puntos de captación se llevaron a cabo a través del análisis de datos y mediciones físico-químicas con el medidor *Hanna Instruments*, se determinan criterios fundamentales como lo es la ronda hídrica del río principal y los drenajes expuestos en el Lote1, dando como resultados 3 puntos de medición para la captación de agua, para estos se analizó el relieve buscando como prioridad curvas de nivel donde la pendiente fuera suave o muy suave y que además de esto la mayor parte de los drenajes del lote1 hubieran desembocado al río principal

Mapa 20. Puntos de captación de agua, finca Lote1



Los resultados de las mediciones del río presidente en la finca lote1 (ver tabla 7) reflejan que el agua cumple con los estándares de calidad apropiados para el consumo humano y es adecuada para uso en sistemas de acueductos y suministro de agua sin preocupaciones significativas sobre su composición o propiedades.

La temperatura del agua se encuentra a 17.15 °C indicando que el agua está a una temperatura óptima para mantener la estabilidad química, su pH es de 7.32, lo que indica que el agua es prácticamente neutra. Un pH cercano a 7 es deseable en sistemas de agua potable, ya que proporciona equilibrio químico que minimiza la corrosión y el depósito de minerales.

La conductividad eléctrica absoluta es de 67.92 microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) esta medida es indicativa de la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, su valor sugiere una concentración moderada de iones disueltos en el agua; a su vez la concentración de sólidos totales disueltos (TDS) es de 0.04 partes por mil (ppt) este valor es extremadamente bajo y denota un agua con una concentración mínima de minerales y sólidos disueltos, lo que es altamente deseable para el consumo humano y la prevención de la acumulación de incrustaciones.

El porcentaje de oxígeno disuelto en el agua es del 83.02%. Este valor denota un nivel óptimo de oxígeno disuelto en el agua, lo que es fundamental para mantener la vida acuática y garantizar la calidad del agua; la presión en libras por pulgada cuadrada en el sistema es de 11.44 (psi), presentando presión moderada que es suficiente para el suministro de efectivo de agua a hogares y negocios.

*Tabla 7. Análisis Fisicoquímicos de agua Finca lote1 en Microcuenca Presidente-vereda la Catana*

Análisis Fisicoquímicos de agua Finca lote1 en Microcuenca Presidente-vereda la Catana			
1	Temp[°C]	Temperatura	17,15
2	pH	medida de acidez o alcalinidad	7,32
3	EC Abs.[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	Conductividad eléctrica absoluta en microsiemens por centímetro	67,92
4	TDS [ppt]	Sólidos totales disueltos en partes por mil	0,04
5	Sal.[psu]	Salinidad	0,03
6	Press.[psi]	Presión en libras por pulgada cuadrada	11,44
7	D.O. [%]	Porcentaje de oxígeno disuelto	83,02

*Fuente: Elaboración propia, trabajo de campo*

## 14. Conclusiones

- ✓ La finca lote1 se encuentra ubicada en la microcuenca Presidente en la vereda la Catana del municipio de Sotará-Cauca, el lote1 abarca 21 hectáreas con coordenadas geográficas de 217'50.6218"N y 7636'43.5249"W, y altitudes que varían entre 2276 y 2450 metros sobre el nivel del mar.
- ✓ La microcuenca Presidente revela una composición predominante de rocas estratificadas y cenizas volcánicas, senalizando un aporte significativo de minerales y nutrientes al suelo. La presencia de ignimbritas meteorizadas sugiere procesos de alteración, impactando la textura y la retención de agua del suelo. Estos hallazgos subrayan la complejidad geológica de la región
- ✓ Los mapas de la finca lote1 revelaron una serie de transformaciones en los tipos de cobertura que caracterizan la vegetación de la finca desde el año 2014 al año 2023. Esta exploración multitemporal identifico los cambios significativos en la composición vegetal, tales como el aumento de áreas boscosas, variaciones en la densidad de la vegetación y procesos de regeneración que se hayan realizado en el área de estudio
- ✓ la finca Lote1 podría considerarse como el área de mayor importancia estratégica dada que presente múltiples nacimientos dentro de su polígono, una amplia cobertura vegetal la cual se está convirtiendo poco a poco con pasar de los años en bosque primario y secundario, seguido de pastor arbóreos; siendo este un punto de equilibrio el cual puede usarse como efecto domino para lograr incidir de manera gradual en la reforestación de los predios colindantes, además de esto se tiene la ventaja de que la microcuenca Presidente hace presencia fijando su curso por los límites del Norte del predio en estudio.

- ✓ Los relatos transmitidos por los habitantes locales desvelan una rica biodiversidad en el área de estudio, donde especies como armadillos, azulejos, chicaoos, chiguacos, conejos, erizos, garzas, pavas, serpientes, venados y zorros, entre otras, han sido avistadas.  
Asimismo, la presencia de especies arbóreas como Cacho venado, cordoncillo, Cucharo, Encenillo, Guarango, Helecho, Motilón, Pino y Roble, indica cambios sustanciales en el manejo del suelo. Estos indicios apuntan hacia prácticas sostenibles que benefician tanto al ecosistema como a la salud general del entorno, destacando la interconexión crucial entre la fauna y flora en este paisaje.
- ✓ La exploración de las 21 hectáreas de la finca reveló la presencia de 6 nacaderos de agua y una ciénaga, elementos cruciales en la conservación vegetal. Cada nacimiento de agua desempeña un papel fundamental al influir en la composición y salud de los pequeños bosques circundantes. Durante la investigación de campo, se destacó que estos brotes de agua están circundados por aproximadamente 15 a 20 metros de bosque nativo.
- ✓ Los riesgos ambientales identificados en el Lote1 se dividen en cuatro categorías fundamentales: deslizamientos de tierra, deforestación, cambios en el uso del suelo, especialmente vinculados a la ganadería intensiva, y la amenaza de incendios. Estos factores destacan los desafíos cruciales que enfrenta la finca en términos de conservación y gestión sostenible, subrayando la necesidad de estrategias efectivas para mitigar estos riesgos y preservar la integridad ambiental
- ✓ La proximidad del municipio de Timbío con el Lote1, revela una equidistancia estratégica, en la cual la altura de la cabecera municipal, que se sitúa en 1850 msnm, contrasta con la altitud del Lote1, alcanzando los 2360 msnm. Esta diferencia de altura de 510 msnm demuestra ser beneficiosa para Timbío, especialmente en términos de

suministro de agua. La elevación del Lote1 actúa como un factor clave para el flujo de agua emergente hacia la cabecera municipal de Timbío, subrayando la importancia de esta relación altitudinal para la sostenibilidad hídrica

- ✓ Timbío está en constante crecimiento dando como prioridad tener los recursos viables para futuras sustentaciones a demandas poblacionales por el recurso hídrico haciendo a la finca Lote1 una adquisición importante no solo en factores ambientales, el agua precede como carácter importante para la conservación de la vida y el desarrollo del municipio de Timbío, los atributos que presenta la finca Lote1 en el municipio de Sotará son muy benefactores para el municipio de Timbío por un lado se está asegurado el recurso hídrico para futuras generaciones y de gran manera se está cumpliendo con lo establecido en la agenda 2030 (agua limpia y saneamiento, acción por el clima, vida de ecosistemas terrestres) y los objetivos del milenio, los cuales encajan a la perfección con la protección del Lote1, además de esto es importante resaltar que el inicio de esta acción presentara la continuidad de futuras adquisiciones de lotes en la microcuenca Presidente, logrando así mayor desarrollo ambiental y sostenibilidad tanto para el municipio como para la región.
- ✓ La selección de puntos de captación se llevó a cabo mediante análisis datos y mediciones físico-químicas utilizando el medidor Hanna Instruments. Este proceso consideró criterios esenciales como la ronda hídrica del río principal y los drenajes expuestos en el Lote1. Los resultados de este análisis identificaron tres puntos estratégicos de medición para la captación de agua, donde se evaluaron parámetros clave como temperatura (Temp[°C]), pH, conductividad eléctrica (EC Abs.[μS/cm]), sólidos totales disueltos (TDS [ppt]), salinidad (Sal.[psu]), presión (Press.[psi]), y porcentaje de oxígeno disuelto (D.O. [%]). Estas mediciones reflejan que el agua captada cumple con los estándares de

calidad apropiados para el consumo humano, demostrando ser adecuada para su uso en sistemas de acueductos y suministro de agua.

### **15. Recomendaciones**

- ✓ Dada la transformación en los tipos de cobertura vegetal, se sugiere implementar estrategias para preservar y aumentar las áreas boscosas. Programas de reforestación y cuidado de la vegetación contribuirían a mantener la diversidad biológica y a mitigar riesgos ambientales.
- ✓ La rica biodiversidad identificada, sugiere implementar programas de monitoreo continuo de la fauna y flora. Esto permitiría evaluar cambios a lo largo del tiempo, identificar posibles amenazas y diseñar estrategias específicas de conservación de especies.
- ✓ Aunque los puntos seleccionados para captación actualmente cumplen con estándares de calidad, se sugiere un monitoreo continuo para detectar posibles cambios. Esto garantizaría la sostenibilidad a largo plazo del suministro de agua y la preservación de la calidad del recurso hídrico.
- ✓ Ante la presencia de múltiples nacimientos de agua y una amplia cobertura vegetal, se recomienda una cuidadosa planificación del uso del suelo y establecer zonas de conservación
- ✓ Proteger el bosque alrededor de los nacidos y cursos de agua, al preservar y potenciar estas áreas como núcleos fundamentales de conservación y sostenibilidad, aprovechando la coexistencia que existe de la diversidad arbórea con la presencia de los brotes de agua en la finca
- ✓ Dada la identificación de riesgos como deslizamientos de tierra, deforestación y cambios en el uso del suelo, se recomienda la implementación de medidas preventivas. Esto

podría incluir fortalecer y capacitar a la comunidad en temas de riesgos ambientales y cómo actuar ante estas circunstancias

- ✓ Dado el riesgo de incendios identificado, se recomienda establecer medidas de prevención y un plan de respuesta ante incendios. Esto podría incluir la creación de cortafuegos, entrenamiento comunitario en la lucha contra incendios y la implementación de protocolos de emergencia.
- ✓ Dada la rica biodiversidad y la importancia estratégica del área, se sugiere involucrar a la comunidad local en iniciativas de conservación. Programas educativos y proyectos colaborativos pueden fomentar la conciencia ambiental y la participación activa en la protección del entorno.
- ✓ Considerando la proximidad de Timbío y su crecimiento constante, se sugiere una planificación cuidadosa del desarrollo urbano para garantizar la sostenibilidad del suministro de agua.
- ✓ Considerando la importancia estratégica del área, se sugiere establecer alianzas con instituciones locales, regionales y nacionales. Esto facilitaría la implementación de políticas y proyectos ambientales, así como la búsqueda de recursos adicionales para iniciativas de conservación
- ✓ Considerando el "Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas." Como instrumento de planificación utilizado para gestionar y conservar las cuencas hidrográficas, abordando aspectos como el uso del suelo, la gestión del agua, la protección de recursos naturales y la mitigación de riesgos ambientales, se recomienda utilizar este trabajo para la articulación del plan de ordenamiento y manejo de cuencas

“POMCAS” o como insumo para actualizar el plan de ordenamiento y manejo de cuencas.

## 16. Referencias Bibliográficas

Google Earth. (2023). *Google*. Obtenido de <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Alcaldía municipal de Sotara, Cauca. (2022). *Alcaldía municipal de Sotara, Cauca*. Obtenido de <http://www.sotara-cauca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

Alcaldía municipal de Sotara, Cauca. (2022). *Alcaldía municipal de Sotara, Cauca*. Obtenido de <http://www.sotara-cauca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

Alcaldía municipal de Sotara, Cauca. (2022). *Alcaldía Municipal de Sotarara, Cauca*. Obtenido de <http://www.sotara-cauca.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

Artículo 1. (2013). Decreto 075. *Costitucion politica de Colombia*.

Asmaza Gerrero, C. A. (2020). *procesamiento de información utilizando la plataforma internacional SIASAR 2018 – sistema de información de aguas y saneamiento rural - para levantamiento de datos actualizados y puntuales en los municipios de Timbío y Rosas – Cauca*.

Benavides Rodriguez, Edwin Mauricion;. (2018). *Actualización del catastro de redes y usuarios para la asociación de usuarios del distrito de adecuación de tierras de pequeña escala del municipio de Timbío .*

Bolaños Noguera, V. (2010). Diagnostico y prospectiva para la formulacion de alternativas de manejo para la proteccion y conservacion en la subcuenca Timbio alto, municipio de Timbio departamento del cauca.

- Botina Catuche, J. L., & Sanchez Orozco, L. (2017). *Diagnóstico biofísico y socioeconómico de la microcuena presidente que surte los acueductos el saladito y las cruces, municipio de timbío-cauca.*
- Burga Guevara, G. C. (2020). *Estudio hidrológico para el diseño de la bocatoma Prada - distrito Motupe - departamento Lambayeque.*
- Cabrera, J. J. (2017). *Diseño de la bocatoma y canal de derivacion de pueblo escondido, sector marripon, distrito de motupe provincia y departamento de lambayeque .*
- Carvajal Muñoz, E. M. (2018). *caracterización de fuentes abastecedoras de agua en los municipios de popayán y timbío-cauca.*
- Contraloria General de la Republica. (2018). *Contraloria General de la Republica.* Obtenido de <https://www.contraloria.gov.co/>
- DANE. (2018). *DANE informacion para todos.* Obtenido de <https://www.dane.gov.co/>
- Empresa municipal de servicios públicos de timbío. (2016). *plan de uso eficiente y ahorro del agua empresa municipal de servicios públicos de timbío – emtimbío e.s.p. 2016 – 2021.* emtimbio e.s.p.
- Emtimbio. (2016). *plan de uso eficiente y ahorro del agua empresa municipal de servicios públicos de timbío – emtimbío e.s.p. 2016 – 2021.* timbio.
- Garzón Bravo, D. C., & Rodríguez Ruiz, J. F. (2012). *Diagnóstico biofísico y socioeconómico de la microcuena del río los cedros, corregimiento de chiribío, municipio de sotará .*

- Hernández Atencia, Y. (2013). *Caracterización y análisis de la amenaza y vulnerabilidad física por taludes y laderas inestables en la microcuenca de la Quebrada Cay, Ibagué, Departamento del Tolima.*
- Huerfano Maciado, J. A., & Segura Garzon, A. D. (2019). *Diagnóstico y optimización del sistema de acueducto veredal asuarcopsa de Anapoima entre la bocatoma y la planta de tratamiento.*
- IGAC. (2022). *Instituto Geografico Agustin Codazzi.* Obtenido de (<https://www.igac.gov.co/>).
- Instituto cinara universidad del valle. (2017). informe de diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua para la cabecera municipal de timbío. *vulnerabilidad y riesgo en sistemas de agua potable en el cauca.*
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible . (2022). *gov.com.* Obtenido de Colombia potencia de la vida : <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/microcuencas/#:~:text=Considerando%20el%20tama%C3%B1o%20se%20puede,y%20manejo%20de%20cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas.>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). Recuperacion de cobertura vegetal en areas disturbadas. *Guia metodologica PT cobertura vegetal*, 48.
- OMS. (2021). *Organizacion Mundial de la Salud.* Obtenido de <https://www.who.int/es>
- Orosco Cruz, J. E. (2015). *criterios de diseño de la bocatoma “el vado” en el río Arma con fines de riego - provincia de Condesuyosarequipa.*
- Perez Cruz , F. J. (2011). Captacion de aguas superficiales y supterraneas . *Abastecimiento de Aguas .*

- Perez Valdiviezo, F. (2011). *Estudio hidrológico para determinar el caudal de diseño de la Bocatoma del Proyecto de Irrigación Ponaza, utilizando el Método de Us Soil Conservation Service.*
- Pro, A. (2022). *Esri*. Obtenido de ArcGIS Pro: <https://www.esri.com/en-us/home>
- Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (2007). *revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua*. 3, 11.
- Significados.com*. (2023). Obtenido de Significados.com:  
<https://www.significados.com/pendiente/>
- Soto Trujillo, L. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad física de líneas vitales públicas, ante deslizamientos en la cuenca del Río Únete en el municipio de Aguazul, Casanare.*
- Taborda Zuñiga, D. F., & Venegas Zambrano, Y. (2016). *Elaboración del mapa de riesgos de calidad del agua para consumo humano de la quebrada la Hoya en el municipio de Zipaquirá Cundinamarca.*
- Torres Hugues, R. (2019). *La captación del agua de lluvia como solución en el pasado y el presente. ingeniería hidráulica y ambiental, vol. xl, 15.*
- Turismo, C. (2020). *Colombia Turismo*. Obtenido de  
<http://www.colombiaturismoweb.com/departamentos/cauca/municipios/sotara/sotara.htm>
- UPRA. (2018). *Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia*.

## 17. ANEXOS

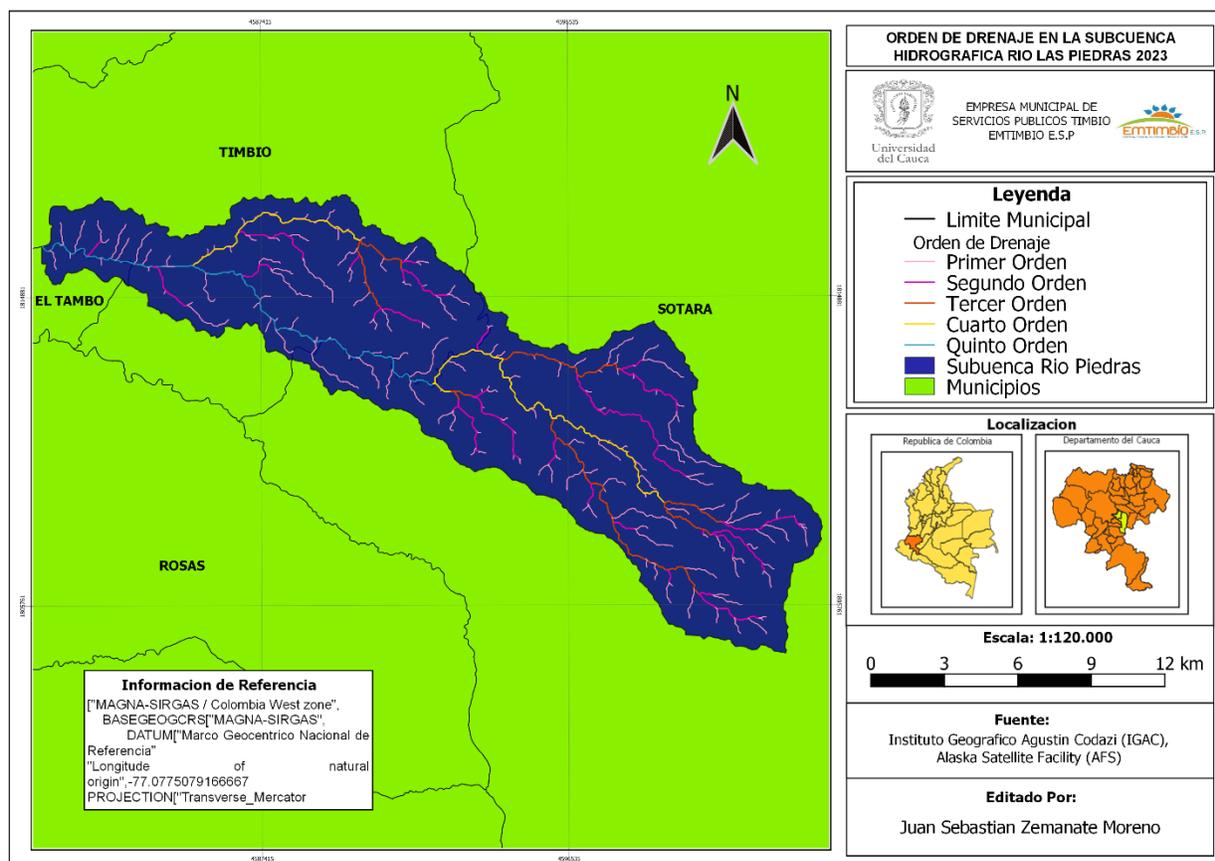
### 17.1. *Subcuenca hidrográfica*

Para los estudios de captación de agua se tuvo en cuenta la subcuenca hidrográfica río piedras, esto determinando la perspectiva holística del entorno y de la región, teniendo certeza que al realizar posibles puntos de captación de agua de la vertiente principal no se vea afectada y a su vez cuente con diferentes caudales garantizando el recurso hídrico tanto para la vida urbana y rural como para la fauna y flora pertenecientes a la subcuenca río piedras.

Respecto al mapa se observa de la subcuenca río piedras, se observa que nace en el municipio de Sotará atravesando el municipio de Timbío y siguiendo su curso hacia el municipio del Tambo cauca, además de esto se observa que la subcuenca es de orden quinto, según la clasificación de Strahler, la cual es una forma común de categorizar la jerarquía de las corrientes en una cuenca hidrográfica, se asigna un número de orden a cada corriente, una corriente de orden 1 es la más pequeña, y dos corrientes de orden 1 se unen para formar una corriente de orden 2, del mismo modo dos corrientes de orden 2 se unen para formar una corriente de orden 3, y así sucesivamente.

Añadido a esto se observa que la microcuenca presidente contiene una de las ramificaciones importantes abastecedoras del drenaje principal, alcanzando el grado de tercer orden lo cual resalta al suministro de agua que esta aporta a la subcuenca piedras y al orden principal del río

Mapa 21. Orden de drenaje subcuenca hidrográfica Piedras año 2023



## 17.2. Preguntas encuesta

1. ¿Cuál es la historia de la finca? ¿Cuándo se estableció y quién fue el fundador original?
2. ¿Qué tipo de actividades se han llevado a cabo en la finca a lo largo de los años?
3. ¿Ha habido cambios significativos en el uso de la tierra o en la estructura de la finca a lo largo del tiempo?
4. ¿Cuál es la extensión total de la finca y cuánta tierra se destina actualmente a actividades agrícolas, ganaderas u otras?

5. ¿Qué tipo de cultivos se han cultivado en la finca en el pasado y cuáles se cultivan actualmente?
6. ¿Ha habido algún esfuerzo por implementar prácticas sostenibles o amigables con el medio ambiente en la finca?
7. ¿Cómo se manejan los desechos y los residuos generados en la finca?
8. ¿Existen áreas protegidas o reservas naturales dentro de la finca?
9. ¿Qué tipo de fauna y flora se encuentra en la finca? ¿Se han realizado estudios o inventarios de biodiversidad en el área?
10. ¿Cuál es la relación de la finca con los recursos hídricos cercanos, como ríos, arroyos o cuerpos de agua?
11. ¿Cuáles son los desafíos ambientales específicos que enfrenta la finca y cómo se abordan?
12. ¿Se han implementado medidas de conservación del suelo, control de erosión u otras prácticas para proteger el entorno natural?
13. ¿Hay algún proyecto o iniciativa en curso para promover la sostenibilidad ambiental en la finca?

### 17.3. Tablas

Tabla 8. Cuadro resumen

Objetivo General	Objetivos Específicos	Componente del proyecto	Actividad	Resultados esperados
Determinar la viabilidad técnica y	Análisis del componente ambiental del área	Recopilación de información de imágenes	Realizar recopilación de base de datos utilizando imágenes satelitales y descarga de shapefile, de la finca lote1 y zonas colindantes	Cartografía base para la

ambiental de la captación de agua de la microcuenca Presidente en la finca Lote1, ubicada en el municipio de Sotará, Cauca, como alternativa para el suministro de agua en el municipio de Timbío.	de importancia estratégica para el recurso hídrico, por medio de la elaboración cartografía temática.	satelitales y coberturas		elaboración del proyecto
		Desarrollo de mapas	Realizar elaboración y clasificación de mapas temáticos de la finca Lote1	
		Análisis de los resultados	Análisis de la cobertura expuestas en la finca Lote1	
Realizar un diagnóstico técnico ambiental de la finca Lote1 y su entorno inmediato		Análisis de datos	Realizar visitas técnicas y análisis de la información recopilada en la etapa de revisión y compilación de información	Documento con características pertinentes de la finca Lote1
			Analizar el uso del suelo, los caudales de agua presentes y la cobertura vegetal de la finca Lote1 y su entorno inmediato	
		Procesamiento de la información	Evaluar los riesgos ambientales asociados a la finca Lote1 y su entorno inmediato.	
Análisis de contexto ambientales, económicas, sociales y culturales del entorno en el que se ejecutará el proyecto		Análisis de datos subjetivos a trabajo en campo	Realizar análisis del entorno en el que se encuentra la finca Lote1.	Documento con recopilación de la información del entorno
			Realice un análisis socioeconómico del entorno, identificando las principales características de la población, sus necesidades y expectativas.	



Análisis del componente ambiental del área de importancia estratégica para el recurso hídrico, por medio de la elaboración cartografía temática.	Realizar recopilación de base de datos utilizando imágenes satelitales y descarga de shapefile, de la finca lote1 y zonas colindantes						
	Realizar elaboración y clasificación de mapas temáticos de la finca Lote1						
	Análisis de la cobertura expuestas en la finca Lote1						
Realizar un diagnóstico técnico ambiental de la finca Lote1 y su entorno inmediato	Realizar visitas técnicas y análisis de la información recopilada en la etapa de revisión y compilación de información.						
	Analizar el uso del suelo, los caudales de agua presentes y la cobertura vegetal de la finca Lote1 y su entorno inmediato						
	Evaluar los riesgos ambientales asociados a la finca Lote1 y su entorno inmediato.						
Análisis de contesto ambientales, económicas, sociales y culturales del entorno en el que se ejecutará el proyecto y el punto de captación.	Realizar análisis del entorno en el que se encuentra la finca Lote1.						
	Realice un análisis socioeconómico del entorno, identificando las principales características de la población, sus necesidades y expectativas.						
	Identificación de posibles conflictos ambientales, que puedan afectar el desarrollo del proyecto.						
	Seleccione los puntos de prueba para la captación de agua						

Analizar los puntos de captación de agua en la finca Lote1 y sus parámetros físicos	Realizar mediciones y muestreos de los parámetros físicos y químicos del agua en la microcuenca								
	Identificar las diferencias en los parámetros medidos para determinar la calidad del agua y su origen.								

Tabla 10. Presupuesto

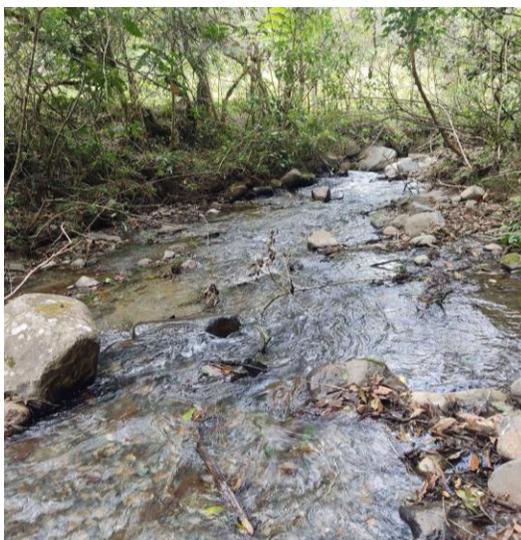
Rubro	Aporte Externo	Contrapartida Propia	Total
Personal	0	1.500.000	1.500.000
Equipos	0	0	0
Materiales de Trabajo	0	0	0
desplazamientos	0	200.000	200.000
Otros gastos	0	200.000	200.000
Gastos Indirectos	0	100.000	100.000
Total	0	2.000.000	2.000.000

## 17.4. Mediciones

*Foto 48. Medición punto 1*



*Foto 49. Rio presidente*



*Foto 50. Medición punto 2*



*Foto 51. Rio presidente*



Foto 52. Medición punto 3



Foto 53. Rio presidente



Tabla 11. Análisis fisicoquímicos finca lote1

Análisis Fisicoquímicos de agua Finca lote1 en Microcuenca Presidente-vereda la Catana													
Temp.[°C]	pH	mV[pH]	ORP[mV]	EC[μS/cm]	EC Abs.[μS/cm]	RES[KOHm-cm]	TDS [ppt]	Sal.[psu]	Sigma T[sT]	Press.[psi]	D.O.[%]	D.O.[ppm]	
15,22	6,94	-15,2	70,6	51	42	19,6	0,026	2,32E-02	0,0	11,286	89,7	6,87	
15,47	7,20	-29,6	92,0	45	37	22,2	0,023	2,01E-02	0,0	11,309	84,6	6,46	
16,07	7,11	-24,3	124,3	47	39	21,3	0,024	2,12E-02	0,0	11,321	75,8	5,72	
16,07	7,08	-22,9	19,6	51	42	19,6	0,025	2,28E-02	0,0	11,338	69,3	5,24	
15,48	7,51	-45,9	123,0	104	85	9,6	0,052	4,85E-02	0,0	11,337	85,2	6,52	
15,36	7,48	-44,7	128,2	0	0	999,9	0,000	3,87E-10	0,0	11,338	92,7	7,12	
15,49	7,57	-49,2	120,2	102	84	9,8	0,051	4,79E-02	0,0	11,332	86,4	6,61	
15,48	7,62	-52,0	109,7	104	85	9,6	0,052	4,84E-02	0,0	11,339	83,4	6,39	
15,47	7,58	-49,9	102,9	0	0	999,9	0,000	3,96E-10	0,0	11,337	85,4	6,54	
15,18	7,03	-19,8	122,2	0	0	999,9	0,000	3,88E-10	0,0	11,331	87,5	6,74	
15,51	7,52	-46,9	105,1	104	85	9,6	0,052	4,85E-02	0,0	11,334	88,7	6,78	
15,59	7,53	-47,4	109,0	66	54	15,2	0,033	3,01E-02	0,0	11,363	86,2	6,60	
15,68	7,60	-50,8	120,6	102	84	9,8	0,051	4,78E-02	0,0	11,360	88,1	6,73	
27,96	5,24	82,7	5,3	0	0	999,9	0,000	4,06E-10	0,0	11,990	102,3	6,48	
24,86	7,10	-24,8	426,9	90	89	11,1	0,045	4,10E-02	0,0	11,985	79,4	5,32	
24,86	7,10	-24,8	426,9	90	89	11,1	0,045	4,10E-02	0,0	11,985	79,4	5,32	