



# **DELIMITACION DEL AREA DE PROTECCION HIDRICA PARA LA MICROCUENCA “EL LIMON”**

## **DELIMITATION OF THE WATER PROTECTION AREA FOR THE MICROCUENCA OF “EL LIMON”**

### **MÁSTER UNIVERSITARIO EN HIDROLOGÍA Y GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS**

**Presentado por:**

**D. FRANS EINSTIN HERRERA MORA**

**Dirigido por:**

**Dr. D. JUAN ANTONIO PASCUAL AGUILAR**

**Alcalá de Henares, a 17 de septiembre de 2019**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi eterno agradecimiento es para ti, Dios, por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mi objetivo, además de tu infinita bondad y amor.

A Mamita Rosa, por ser el soporte de la familia en el transitar de la vida.

Mis queridos padres Víctor y Rosa, por sus consejos y apoyo incondicional, mis hermanos Ronald y Xavier, su compañía hace siempre que la vida sea seria y a la vez sonriente.

Mi esposa Diana, mis hijos Chelsea y Martín, por existir, que por ellos, cada segundo de vida tiene sentido.

A mi tutor Juan Antonio Pascual, por sus comentarios, sugerencias y conocimientos para la conclusión de este trabajo.

## INDICE

I. RESUMEN.....	2
ABSTRAC.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1.1. Zonas de Protección Hídrica.- .....	5
1.1.2. Área de Protección Hídrica.- .....	5
1.1.3. Sistemas de Información Geográfica.- .....	5
2. JUSTIFICACIÓN.....	5
3. OBJETIVOS.....	6
3.1.1. Objetivo general .....	6
3.1.2. Objetivos específicos.....	6
4. METODOLOGÍA.....	6
4.1.1. Recopilación de la información secundaria .....	6
4.1.2. Generación de información primaria.....	7
4.1.3. Caracterización de la microcuenca.....	7
4.1.3.1.1. Ubicación y superficie:.....	8
4.1.3.1.2. Mapa de temperatura:.....	8
4.1.3.1.3. Mapa de precipitación: .....	8
4.1.4. Delimitación del área de protección hídrica.....	8
4.1.4.1.1. Mapa de pendientes:.....	8
4.1.4.1.2. Mapa de taxonomía de suelos: .....	8
4.1.4.1.3. Mapa de cobertura vegetal y uso de suelo: .....	8
4.1.4.1.4. Mapa de capacidad de uso de la tierra / suelo:.....	8
4.1.5. Mapa de conflictos: .....	8
4.1.5.1.1. Uso adecuado.- .....	8
4.1.5.1.2. Sub utilizado.- .....	9
4.1.5.1.3. Sobre utilizado.- .....	9
4.1.6. Propuesta de zonificación.-.....	9
4.1.6.1.1. Zona intangible o de conservación.- .....	9
5. RESULTADO .....	10
5.1.1. Abastecimiento de agua .....	10
5.1.2. Zona de estudio .....	10
5.1.2.1.1. Caracterización Morfométrica.....	12
5.1.2.1.2. Mapa de Temperatura.....	13

5.1.2.1.3.	Mapa de Precipitación.....	14
5.1.3.	Delimitación del Área de Protección Hídrica .....	15
5.1.3.1.1.	Identificación hidrográfica del punto de captación .....	15
5.1.3.1.2.	Delimitación del área de influencia de la fuente de agua.....	16
5.1.3.1.3.	Mapa de pendientes.....	17
5.1.3.1.4.	Mapa tenencia de tierras.....	18
5.1.3.1.5.	Taxonomía de suelos.....	19
5.1.3.1.6.	Textura de los suelos.....	21
5.1.3.1.7.	Cobertura vegetal y uso actual del suelo.....	22
5.1.3.1.8.	Uso potencial o capacidad de uso del suelo .....	24
5.1.3.1.9.	Conflictos de uso de suelo en la APH.....	26
5.1.3.1.10.	Propuesta de zonificación para la APH.....	27
5.1.4.	Propuesta para la protección y restauración de fuentes de agua. ....	30
6.	CONCLUSIONES.....	32
7.	RECOMENDACIONES .....	34
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	36
9.	ANEXOS .....	38

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.- Mapa base de la microcuenca “El Limón”</i> .....	11
<i>Figura 2.- Caracterización morfométrica de la microcuenca</i> .....	12
<i>Figura 3.- Mapa de temperatura en la microcuenca El Limón.</i> .....	13
<i>Figura 4.- Mapa de precipitaciones en la microcuenca.</i> .....	14
<i>Figura 5.- Identificación hidrográfica del punto de captación.</i> .....	16
<i>Figura 6.- Delimitación del área de influencia (APH) del punto de captación.</i> .....	17
<i>Figura 7.- Mapa de pendientes en la APH</i> .....	18
<i>Figura 8.- Mapa tenencia de tierras, identificación de propietarios.</i> .....	19
<i>Figura 9.- Mapa de taxonomía de suelo de la APH.</i> .....	20
<i>Figura 10.- Profundidad suelo</i> .....	21
<i>Figura 11.- Excavación suelo</i> .....	21
<i>Figura 12.- Mapa de textura del suelo en la APH.</i> .....	22
<i>Figura 13.- Mapa cobertura y uso del suelo.</i> .....	23
<i>Figura 14.- Mapa uso potencial del suelo.</i> .....	25
<i>Figura 15.- Mapa conflicto uso de suelo en la APH.</i> .....	27
<i>Figura 16.- Mapa zonificación de la APH.</i> .....	29
<i>Figura 17.- MED (50x50) de la cuenca nivel 7 y captación</i> .....	38
<i>Figura 18.- Mapa de Dirección de flujos de la cuenca.</i> .....	38
<i>Figura 19.- Mapa Pendientes del terreno de la cuenca-</i> .....	39
<i>Figura 20.- Quebrada El Limón.</i> .....	39
<i>Figura 21.- Cobertura vegetal de la APH.</i> .....	39

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.- Acometidas por abastecimiento del servicio de agua potable.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 2.- Temperatura en la microcuenca El Limón.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 3.- Precipitación en la microcuenca El Limón.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 4.- Pendiente de la APH.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 5.- Cobertura y uso del suelo de la APH.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 6.- Uso potencial del suelo.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 7.- Conflicto uso de suelo.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 8.- Zonificación de la APH.....</i>	<i>28</i>

## **TABLA DE ABREVIATURAS**

APH: Área de Protección Hídrica

COOTAD: Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.

Coa: Código Orgánico Ambiental.

EMAPAZ: Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zamora

FAO: *Food and Agriculture Organization*.

FORAGUA: Fondo Regional del Agua

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

MAE: Ministerio del Ambiente

MAGAP: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

MDT: Modelo Digital del Terreno

NCI: Naturaleza y Cultura Internacional

LORHUYA: Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamientos del Agua

PNP: Parque Nacional Podurcapus.

SENAGUA: Secretaría del Agua

SIG: Sistemas de Información Geográfico

SNAP: Sistema Nacional de Áreas Protegidas

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Ciencia y la Cultura

USDA: *United State Department of Agriculture*

ZPH: Zona de Protección Hídrica.

## **I. RESUMEN**

En el presente trabajo se pretende realizar la delimitación del área de protección hídrica para la micro-cuenca El Limón, siendo esta la más importante para el cantón Zamora, ya que abastece a más del 55% de la población urbana, es por ello que es de importancia un adecuado manejo y conservación de esta área que durante los últimos años ha sido descuidada de parte de la población del área de influencia directa y de la población beneficiaria de su servicio ambiental.

El cambio de uso del suelo y las actividades agrícolas que se realizan en la parte superior de la micro-cuenca han deteriorado notablemente el recurso hídrico en cantidad y calidad. Los esfuerzos de varias organizaciones no gubernamentales como Naturaleza y Cultura Internacional (NCI); Fundación Arcoiris y como entidades públicas como el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Zamora (GAD Zamora), han sido notables pero no suficientes, ya que con el paso de los años no se ha logrado consolidar el objetivo principal que es la protección de la micro-cuenca.

En periodo 2010-2015- se implementó un programa piloto para la conservación de esta fuente hídrica logrando la expropiación del varios terrenos alrededor de esta fuente, logrando así detener el pastoreo intensivo en estas zonas, ya que de un recorrido que se realizó determinaron que los residuos inorgánicos de estos animales estaban alterando la calidad de la agua en sus características químicas.

En la actualidad la fuente hídrica se encuentra rodeada de área de conservación estatal como lo es el Parque Nacional Podocarpus, terrenos municipales, y áreas particulares en donde aún se realiza actividad agrícola como: ganado vacuno y cultivos domésticos y en ciertas zonas la práctica de tala de arboles

Para la delimitación del área de protección hídrica se realiza con base a la metodología aplicada por la SENAGUA y FORAGUA, instituciones que han empezado a trabajar conjuntamente con varios municipio en la creación de zonas de importancia hídrica. Uno de los pasos fundamentales para la delimitación de área es contar con un DEM de alta resolución, este nos servirá como principal punto de partida para realizar el mapa de flujos y ubicar el punto de drenaje. Del trabajo realizado se concluyó con la zonificación del área de conservación, zona poblada y zona para usos sustentable.



## ABSTRAC

This paper intends to carry out the delimitation of the water protection area for the El Limón micro-basin, this being the most important for the Zamora canton, since it supplies more than 55% of the urban population, which is why it is of importance, an adequate management and conservation of this area that during the last years has been neglected by part of the population of the area of direct influence and of the population benefiting from its environmental service.

The change in land use and agricultural activities carried out in the upper part of the micro-basin have significantly deteriorated the water resources in quantity and quality. The efforts of several non-governmental organizations such as Nature and International Culture (NCI); Fundación Arcoiris and as public entities such as the Decentralized Autonomous Government of the Zamora canton (GAD Zamora), have been notable but not sufficient, since over the years it has not been possible to consolidate the main objective that is the protection of micro- Basin, watershed, catchment area, socket, bowl, hollow.

In the 2010-2015 period- a pilot program for the conservation of this water source was implemented, achieving the expropriation of several lands around this source, thus managing to stop intensive grazing in these areas, since from a route that was carried out they determined that the Inorganic residues of these animals were altering water quality in their chemical characteristics.

Currently, the water source is surrounded by a state conservation area such as the Podocarpus National Park, municipal land, and particular areas where agricultural activity is still carried out such as: cattle and domestic crops and in certain areas the practice of logging of trees

For the delimitation of the area of water protection, it is carried out based on the methodology applied by SENAGUA and FORAGUA, institutions that have begun to work together with several municipalities in the creation of areas of water importance. One of the fundamental steps for the delimitation of area is to have a high-resolution DEM, this will serve as the main starting point to make the flow map and locate the drainage point. The work done concluded with the zoning of the conservation area, populated area and sustainable use zone.

## 1. INTRODUCCIÓN

Nos encontramos inmersos en una grave crisis en relación a los recursos naturales, la escasez de agua para consumo humano, riego, y para otros usos; debido a cambios en regímenes de precipitación, y escurrimientos, a la degradación de los suelos por el mal manejo de la tierra y la pérdida de los bosques, son algunos de los problemas que han generado esta crisis con proporciones a nivel mundial, si tenemos en cuenta que los recursos: agua, suelo y bosque están estrechamente relacionados (Orozco, Padilla, y Salguero, 2003).

La alternativa sostenible para asegurar a mediano y largo plazo el suministro de la cantidad y calidad del agua para la economía, la sociedad y el medioambiente está dado en “desarrollar una política nacional, regional y local del agua, integrada armónica y coherente, encaminada a su uso racional, productivo y eficiente, optimizando la gestión de riesgos asociados a su calidad y a los eventos extremos” (García, Fontova, 2013). Se hace necesario entonces, establecer nuevas concesiones para el aprovechamiento del agua con una dimensión sostenible incorporando términos como: ecosistema, cuenca hidrográfica y ordenamiento territorial.

El manejo y conservación del agua es de especial importancia. En años recientes ha habido una investigación amplia que confirma la creciente carencia de agua para propósitos de consumo humano e irrigación. La razón principal es la deforestación continúa y la contaminación de las cuencas hidrográficas que almacenan y producen agua. (Sena, 1996).

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Zamora, con el propósito de contribuir a la conservación de sus cuencas hidrográficas, en el año 2010, promulga una ordenanza para la gestión integral del recurso hídrico a través de la protección, mantenimiento y conservación de las fuentes de abastecimiento de agua del cantón Zamora. En Ecuador el agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. (Constitución República del Ecuador, 2008), por lo que a partir del 2014, se promulga una Ley y Reglamento para el uso y aprovechamiento del agua, que tiene como tarea principal la protección del agua y el acceso a ella.

Por la pesquisa que se ha realizado se conoce que esta fuente de agua a pesar de ser la que en mayor porcentaje abastece cerca de 55% de la población que habita en la ciudad de

Zamora, se la considera de interés público, sin embargo no se tiene desarrollado un plan de gestión para su protección, evidenciándose así la falta de interés por parte municipalidad en conservar el agua que proviene de esta fuente hídrica, siendo un componente muy importante en el desarrollo social y económico de la urbe.

En el presente proyecto se analizó diferentes aspectos para esta micro-cuenca, entre estos tenemos:

**1.1.1. Zonas de Protección Hídrica.-** las zonas de protección hídrica dentro del territorio ecuatoriano se enmarcan dentro de la clasificación de los recursos hídricos al dominio público hídrico, mismas que tienen como finalidad la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los sistemas asociados, así como las que se recogen en los embalses superficiales, la protección de los regímenes de las corrientes en avenidas favoreciendo las función de los terrenos colindantes con los cauces y la carga sólida transportada. En mencionadas zonas se condicionará el uso del suelo y las actividades que en ella se desarrollen. (LORHUyA, artículo 78)

**1.1.2. Área de Protección Hídrica.-** las áreas de protección hídricas son los territorios donde existen fuentes de agua declaradas como de interés público para su mantenimiento, conservación y protección, la mismas que abastezcan el consumo humano o garanticen la soberanía alimentaria, estas áreas formarán parte de Sistemas Nacional de Áreas Protegida (SNAP). (LORHUyA, artículo 78), por lo que en estas áreas se limita cualquier tipo de actividad.

**1.1.3. Sistemas de Información Geográfica.-** los SIG son un conjunto de herramientas que están diseñadas para obtener, almacenar, recuperar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y de gestión. (Tomlin C, 1990).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La ciudad de Zamora y sus barrios urbanos por encontrarse rodeados de fuentes de agua dulce no realizan un conservación de la única fuente hídrica que sirve de abastecimiento para el desarrollo social, económico y cultural de la población.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1.1. Objetivo general**

Conocer la problemática ambiental y generar información base de la micro-cuenca “El Limón” en la provincia de Zamora Chinchipe.

#### **3.1.2. Objetivos específicos**

- Recopilar información de línea base.
- Proponer la posible área de protección hídrica para la microcuenca de El Limón en base a un análisis multicriterio y procedimiento propuesto por la SENAGUA.
- Presentar una propuesta modelo para la gestión sostenible de la fuente de agua y área de protección.

### **4. METODOLOGÍA**

Para realizar la delimitación del área de protección hídrica, tomamos como referencia el manual de procedimiento emitido por la Secretaría del Agua (SENAGUA), en abril del 2018, el manual nos señala algunos parámetros importes a considerar para la protección de fuentes de aguas superficiales.

El presente trabajo se lo realiza en tres fases:

- Fase de campo: visitas in-situ a territorio para realizar una evaluación general de la captación, su área de interés hídrico y recopilación de información secundaria.
- Fase de oficina: utilización de los sistemas de información geográfica (ARCGIS 10.5) para la determinación de las características biofísicas del APH, lo que nos permitirá evidenciar los resultados.
- Elaboración de un documento que sirva como modelo para la gestión de sostenibilidad del área de protección hídrica.

#### **4.1.1. Recopilación de la información secundaria**

Para la recopilación de información secundaria se acudió a las diferentes instituciones públicas que cuenta con información en temas de agua potable, ordenamiento territorial, recursos naturales, así como a organizaciones privadas que se encuentran trabajando en la

zona o que hayan realizado estudios relacionados con uno de los componentes social, económico, físico y ambiental; una vez identificados a estas organizaciones, se realizaron visitas personalizadas para conseguir todos los datos necesarios que ayudaron a la elaboración de la línea base.

La información compilada de los entes rectores del agua como son la SENAGUA y el GAD de Zamora, así como en otras instituciones, fue sistematizada y el manejo de datos se ordenó de acuerdo a lo requerido para el estudio. El trabajo obtenido de la recopilación de la información secundaria, se sometió a consideraciones específicas, que se detallan a continuación:

- Análisis de la información compilada.
- Consistencia de la información.
- Actualización de la información.

#### **4.1.2. Generación de información primaria**

En la visita in-situ por medio de recorridos al área de estudio microcuenca “El Limón”, me llevo a realizar un levantamiento de la información para la elaboración del documento, la visita al campo permitió tener un visión clara y concisa de la problemática que confluyen alrededor de la microcuenca, el resultado del trabajo que se ejecutó en el terreno, fue el siguiente:

- Nombre de la fuente.
- Su ubicación en coordenadas UTM WGS84.
- Altura en metros sobre el nivel del mar (m s n m.).
- El tipo de fuente (río, quebrada, vertiente, pozo).
- La cobertura vegetal del área de interés (bosque, pasto, etc.).
- Uso actual del suelo alrededor de la fuente (ganadería, agricultura, etc.).
- Tenencia de la tierra, identificando el nombre del propietario.
- Caudal de la fuente.

#### **4.1.3. Caracterización de la microcuenca.**

Del diagnóstico realizado a la microcuenca, tenemos la siguiente información:

**4.1.3.1.1. Ubicación y superficie:** incluye un mapa de ubicación y el número de hectáreas de la microcuenca.

**4.1.3.1.2. Mapa de temperatura:** se utilizó el modelo de temperatura media anual elaborado por Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI el año 2012.

**4.1.3.1.3. Mapa de precipitación:** elaborado a partir de la precipitación media anual, del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI el año 2012.

#### **4.1.4. Delimitación del área de protección hídrica**

**4.1.4.1.1. Mapa de pendientes:** expresado como porcentaje (100 multiplicado por la tangente del ángulo, es así que un ángulo con pendiente de 60 grados es igual a 100 por ciento).

**4.1.4.1.2. Mapa de taxonomía de suelos:** según la clasificación de la USDA, se clasifico hasta sub orden y textura, mapa generado por el Ministerio de Agricultura y el Programa SIG-Tierras, en el año 2017.

**4.1.4.1.3. Mapa de cobertura vegetal y uso de suelo:** se identificó en campo los diferentes tipos de uso y cobertura vegetal de las APH, se utilizó fuentes primarias como la ortofoto del año 2010, elaborada por el SIG-Tierras; se realizó recorridos de campo para tomar puntos de control de las categorías de cobertura vegetal, para tener mejor análisis en territorio.

**4.1.4.1.4. Mapa de capacidad de uso de la tierra / suelo:** las tierras se clasificaron en función de dos factores: las pendientes y la profundidad del suelo, en base al Modelo USDA.

**4.1.5. Mapa de conflictos:** permitió conocer el grado de conservación o degradación de determinado territorio y que se presentan cuando hay discrepancia entre el uso que debería tener el suelo de acuerdo a su capacidad y aquel al que está expuesto por las actividades humanas, el mapa de conflictos se determinó a partir de la capacidad de uso de la tierra y la cobertura vegetal-uso actual del suelo, pudiendo establecerse tres escenarios:

**4.1.5.1.1. Uso adecuado.-** denominación empleada cuando el uso del suelo tiene correspondencia con su capacidad determinada; por ejemplo, cuando su

vocación es agrícola y se encuentra empleado para algún tipo de cultivo, o en su defecto, si su vocación es forestal y se encuentra con cobertura vegetal nativa cumpliendo una finalidad de protección.

**4.1.5.1.2. Sub utilizado.-** Se refiere a que un suelo está siendo empleado en una actividad que no aprovecha la potencialidad que posee, por ejemplo, cuando una zona está siendo usada para pastos cuando su aptitud es para cultivos.

**4.1.5.1.3. Sobre utilizado.-** Se refiere a un suelo que se encuentra empleado en una actividad no compatible con su aptitud, y que podría generar un cambio permanente en sus características con el peligro de llegar a degradarlo de forma irreversible, un ejemplo claro de esto son los pastizales que se encuentran en pendientes mayores al 45% de pendiente.

**4.1.6. Propuesta de zonificación.-** se propone una zonificación para la gestión del territorio que establece varias categorías según sea el caso, se determinaron tres zonas:

**4.1.6.1.1. Zona intangible o de conservación.-** Su objetivo es la protección de los recursos naturales asociados a la generación de agua, protección de biodiversidad, conectividad ecosistémica y producción de servicios ambientales (incluye las zonas de conservación de vegetación, protección de ríos y quebradas).

**4.1.6.1.2. Zona poblada.-** El objetivo es la identificación adecuada de la posesión de terreno y la delimitación del mismo, para evitar la expansión y afectación al APH, teniendo en cuenta el riesgo potencial de contaminación que puede ocasionar esta zona a la fuente de agua.

**4.1.6.1.3. Zona de recuperación.-** Su objetivo es recuperar las áreas degradadas o sobre utilizadas, que afectan la disponibilidad del recurso hídrico (incluye la zona de conversión de uso).

**4.1.6.1.4. Zona de uso agroforestal.-** Se refiere al área que puede ser empleada en actividades económicas y productivas como agricultura, silvopastura, ganadería sustentable, turismo, etc., evitando la contaminación del agua y degradación del suelo y otros recursos naturales.

## 5. RESULTADO

### 5.1.1. Abastecimiento de agua

El cantón Zamora cuenta con 13 sitios de captación, siendo la microcuenca El Limón con el mayor número de beneficiarios 2929 (52,7%), frente a los 12 sitios de captación 2628 (47,3%). Existen barrios o comunidades dentro del cantón que tienen un alto porcentaje de abastecimiento de agua a través de ríos o vertientes, por lo se podría decir que gran parte de la población de estos sectores no poseen sistemas seguros de provisión.

*Tabla 1.- Acometidas por abastecimiento del servicio de agua potable*

Microcuenca	Acometidas	%
El Limón	2929	52,7
Tunantza	583	10,5
Timbara	388	6,7
Cumbaratza	347	6,2
San Carlos de las Minas	265	4,8
Quebrada de Cumbaratza	245	4,4
Namirez	193	3,5
Guadalupe	183	3,3
Guaguayme	114	2
Imbana	93	1,7
Romerillos	83	1,5
La Saquea	72	1,3
San Antonio	62	1,1
<b>TOTAL</b>	<b>5557</b>	<b>100</b>

Fuente: EMAPAZ, mayo 2019

Elaboración: Propia

### 5.1.2. Zona de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en la parte alta de la Unidad Hidrográfica del río Zamora (ver figura 1), la superficie es de 1019 hectáreas, con pisos altitudinales que van de 900 msnm hasta 2600 msn, y se encuentra en la Zona 17 S proyección Transversa de Mercator, ubicada en las siguientes coordenadas planas:

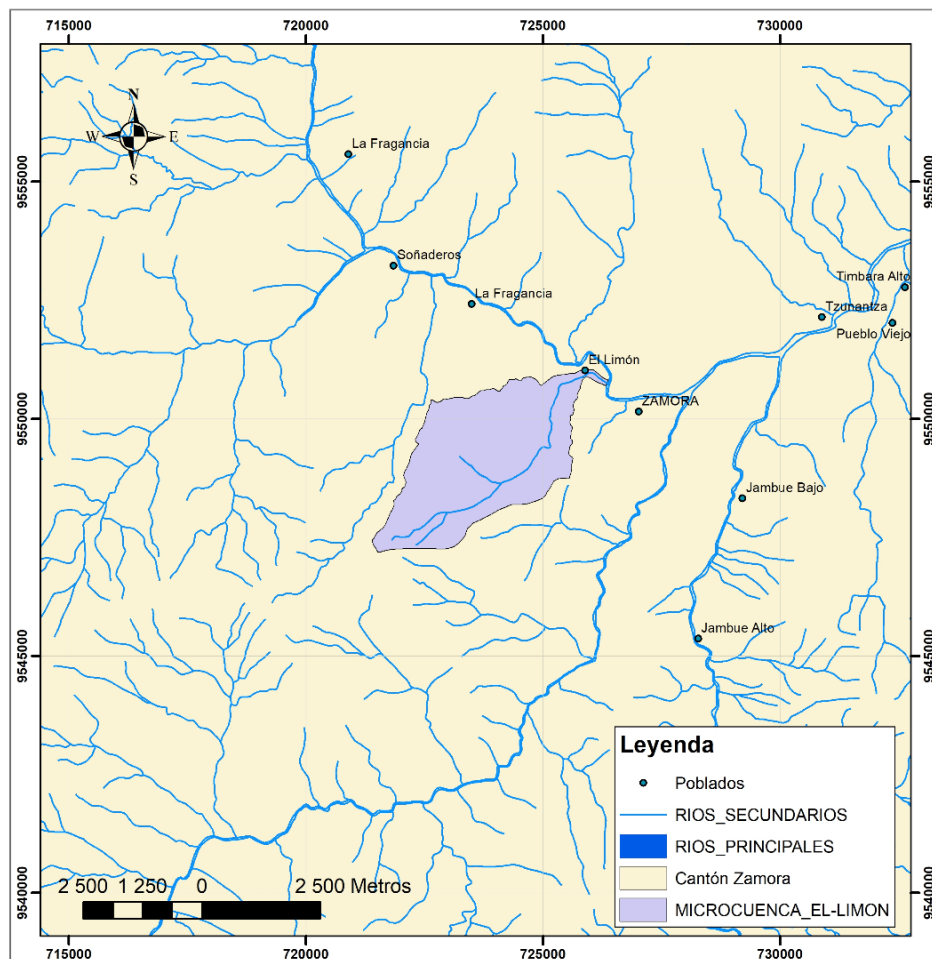


Latitud: 9°59' 200 a 9°54' 007 W

Longitud: 721 300 a 721 800 S

Administrativamente se localiza en la parroquia urbana de El Limón, perteneciente al cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe. Este territorio se encuentra limitando al norte con la microcuenca de Chorrillos, al sur y oeste con el Parque Nacional Podocarpus y al este con el Río Zamora. En la micro-cuenca de El Limón, la diversidad de vegetación incluye bosques de chaparro, bosques naturales, bosques secundarios, matorrales, pastizales. (Cisneros R. 2005).

Figura 1.- Mapa base de la microcuenca “El Limón”



Fuente: IGM, GAD Zamora; SENAGUA  
Elaboración Propia

Además se señala que los ecosistemas que comprenden el sitio de interés tienen características capaces de almacenar y proveer de agua a los lugares que se encuentran en las partes bajas, ya sea, directa o indirectamente por medio de infraestructura de captación y conducción (Balthazar, Vanacker, Molina, & Lambin, 2015), siendo así que la vegetación ayuda a la regulación de caudales, calidad de agua de una cuenca hidrográfica. (Nova González & Caro Vargas, 1991).

Entre las características climáticas del sector, se puede mencionar un clima sub-tropical, templado –húmedo, con una temperatura media anual de 20 grados Celsius y una precipitación anual entre 1847 a 2200 mm. (García, 2003).

En la zona de estudio nos encontramos con una topografía muy irregular; en su mayoría existen pendientes con promedio del 70 %, especialmente el lado que comprende el límite con El Parque Nacional Podocarpus. (Cisneros R. 2005).

#### 5.1.2.1.1. Caracterización Morfométrica

El área de estudio según el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras citado por Escobar (2001) por la superficie que posee se clasifica como una microcuenca. (Coronel y Jaramillo, 2005).

Figura 2.- Caracterización morfométrica de la microcuenca

PÁRAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	INTERPRETACIÓN
<b>MORFOLOGÍA DE LA MICROCUENCA</b>			
Área	km <sup>2</sup>	10.19	Cuenca pequeña
Perímetro	km	15.3	
Longitud axial	km	6.27	
Ancho promedio	km	1.26	
Factor de forma		0.25	Microcuenca alargada, poco peligro de crecidas
Coefficiente de compacidad		1.34	Oval redonda a oval oblonga (ovalada)
Índice simétrico		7.3	Microcuenca asimétrica
<b>FISIOGRAFÍA</b>			
Mediana de altitud	m s.n.m.	1 592	
Altura media	m s.n.m.	880	
Altitud media	m s.n.m.	1676.3	
Pendiente media	%	62.4	
Orientación		Este-Oeste	
Coefficiente de masividad	Km/km <sup>2</sup>	0.086	
Coefficiente orográfico	m	75.68	Relieve accidentado
<b>MORFOLOGÍA DE DRENAJE</b>			
Clasificación de corrientes		Corriente perenne	Transporta agua todo el año y siempre están alimentadas totalmente
Orden de corrientes		Orden 3	
Densidad de drenaje	Km/Km <sup>2</sup>	1.78	Se trata de una microcuenca mal drenada

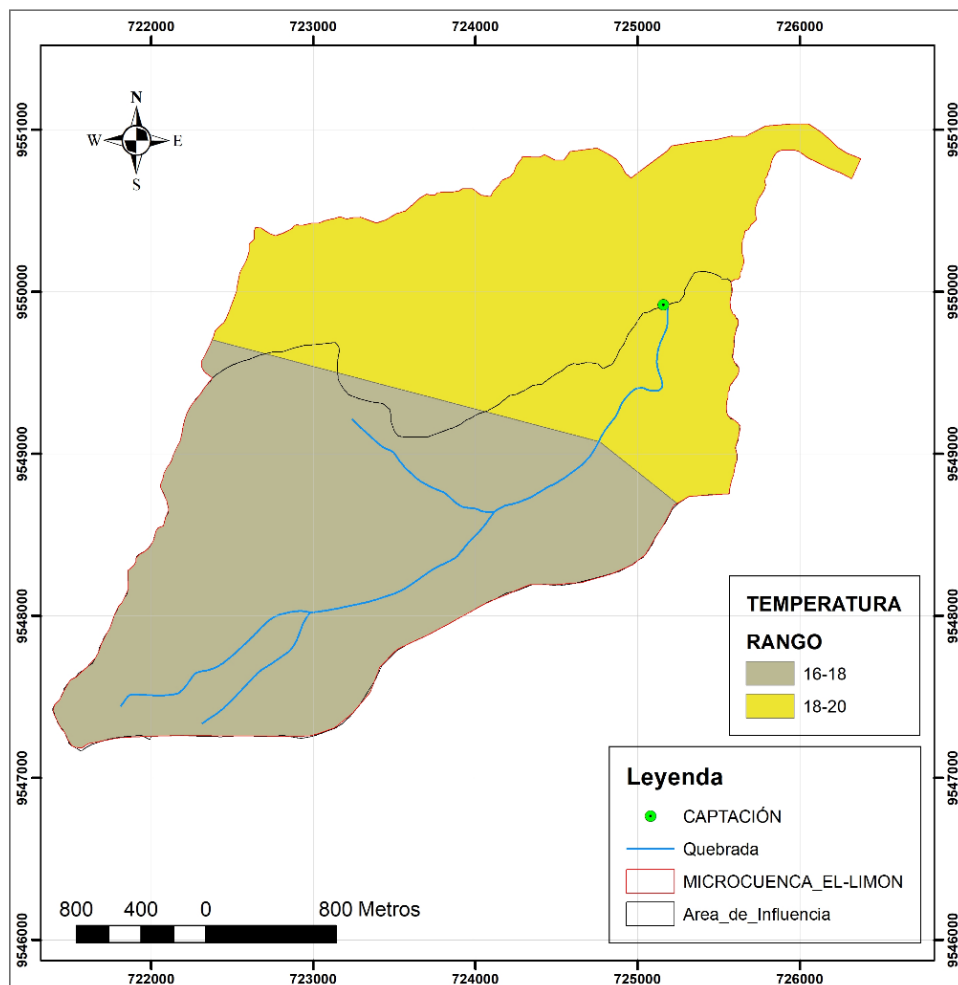
Fuente y Elaboración: (Coronel y Jaramillo, 2005)

### 5.1.2.1.2. Mapa de Temperatura

Para establecer las temperaturas en la microcuenca, se utilizó el modelo de comportamiento medio anual elaborado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología 2012, contrastado con el modelo de temperaturas promedio anual elaborado por el MAE en el año 2013 y comparándolos finalmente con la variación altitudinal del área de estudio.

La temperatura de la microcuenca El Limón, oscila entre los 16° centígrados en su parte alta y 20° grados centígrados en su parte más baja como se puede apreciar en la figura 3 y tabla 2.



Figura 3.- Mapa de temperatura en la microcuenca El Limón.



Fuente: INAMHI

Elaboración: Propia

**Tabla 2.- Temperatura en la microcuenca El Limón**

Leyenda	Temperatura (°C)	Área (Ha)	Porcentaje
	16-18	568,54	55,79%
	18-20	450,46	44,21%
<b>TOTAL</b>		1019	100 %

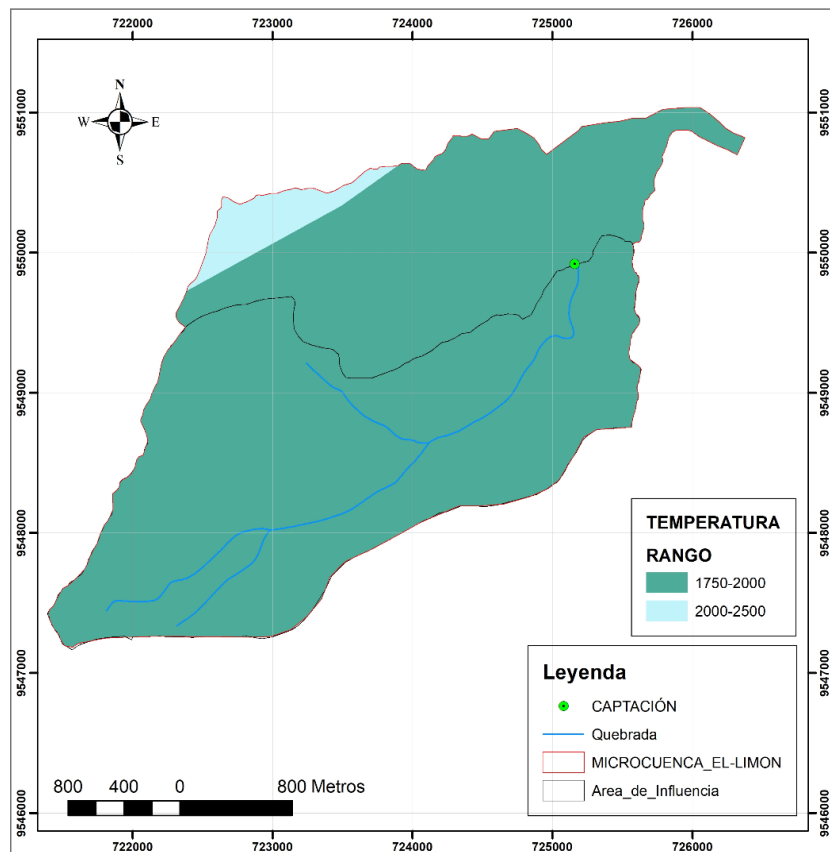
Fuente: INAMHI, 2012

Elaboración: Propia

### 5.1.2.1.3. Mapa de Precipitación

Al igual que la temperatura, la precipitación se determinó a partir del modelo que elaboró el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología 2012, la precipitación en la microcuenca oscila entre los 1 750 y 2 500 mm anuales. La estación seca desde enero hasta junio y la estación lluviosa se presentan en los meses de julio a diciembre.



*Figura 4.- Mapa de precipitaciones en la microcuenca.*



Fuente: INAMHI

Elaboración: Propia

**Tabla 3.- Precipitación en la microcuenca El Limón**

<b>Leyenda</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
	1750-2000	973,84	95,57%
	2000-2500	45,16	4.43%
	<b>TOTAL</b>	1019	100 %

Fuente: INAMHI, 2012

Elaboración: Propia

### **5.1.3. Delimitación del Área de Protección Hídrica**

La delimitación se la realizó a través de un modelo digital de elevación (MDE), tomado como punto de partida la salida de la microcuenca con tributario de nivel 2, posteriormente se colocó la captación de agua y finalmente se definió el área en base criterios técnicos.

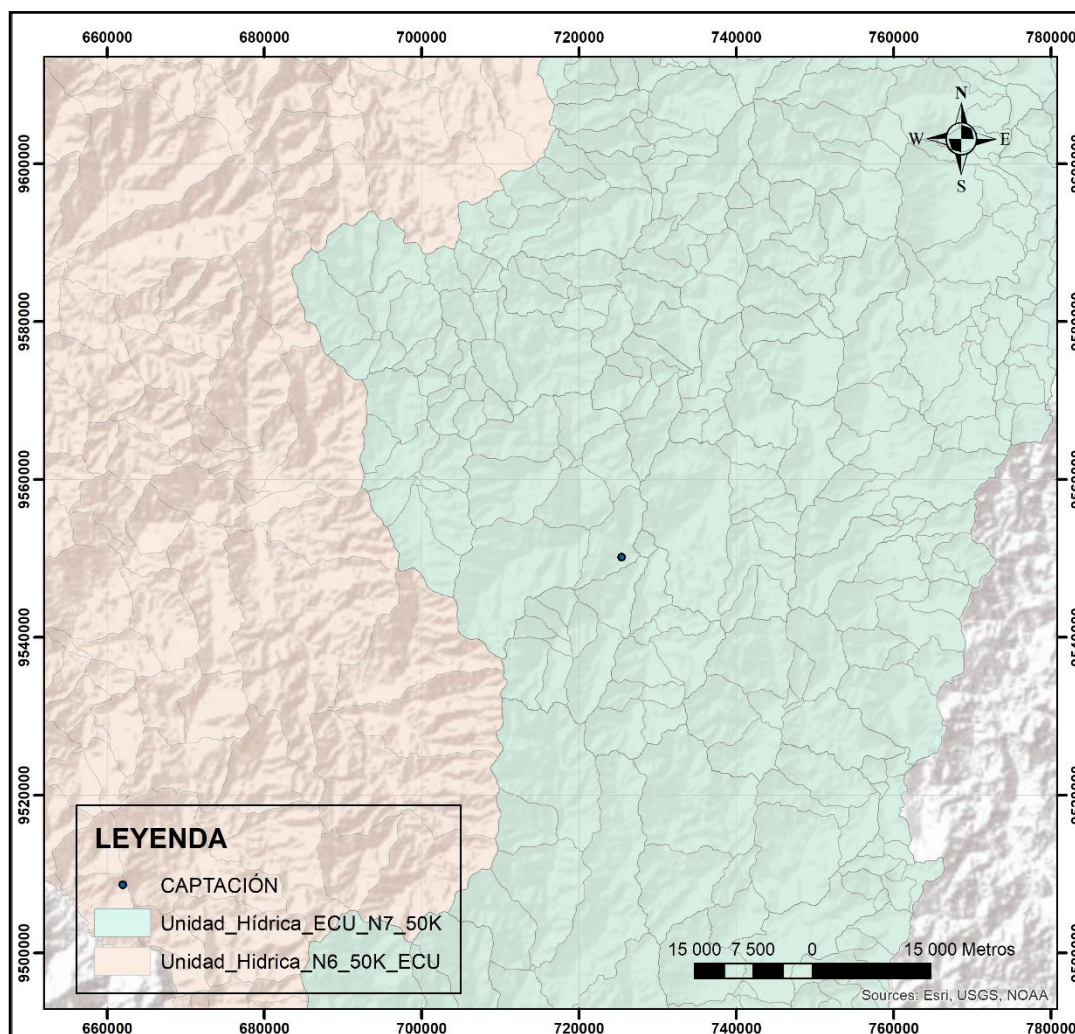
#### **5.1.3.1.1. Identificación hidrográfica del punto de captación**

Para la delimitación del área se determinó que la fuente de agua es de interés público, una vez establecido esto, se debe considerar los siguientes aspectos:

Para delimitar una APH se tomara en cuenta los niveles 6 para la vertiente del pacifico y nivel 7 para la vertiente amazónica según la metodología de delimitación de unidades hidrograficas de Otto Pfastetter. (SENAGUA, 2017)

Nuestro punto de captación se encuentra ubicado en la unidad hidrográfica de las vertientes que fluyen hacia el amazonas, por lo que el procedimiento para la delimitación de la APH se trabajará con esta unida hidrográfica, en la cuenca nivel 7 código 4998951.

Figura 5.- Identificación hidrográfica del punto de captación.



Fuente: SENAGUA

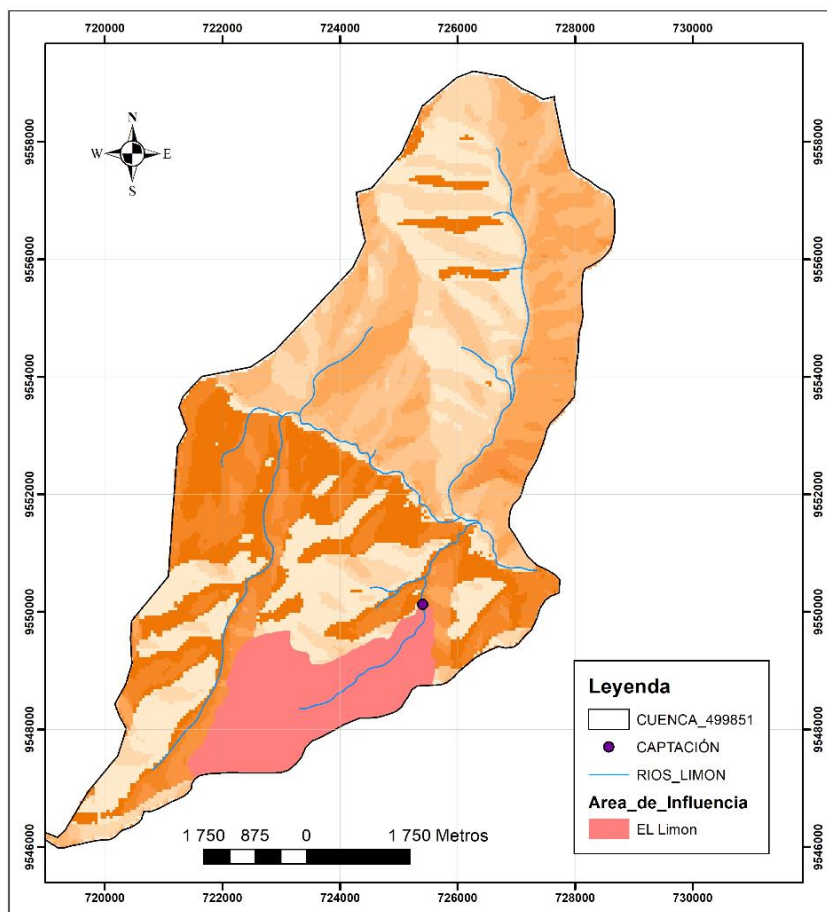
Elaboración Propia

#### 5.1.3.1.2. Delimitación del área de influencia de la fuente de agua.

Creación del mapa de modelo de elevación digital ubicamos el punto de captación a proteger, utilizamos un MDT de 50X50 m, desarrollamos el mapa de dirección de flujo de la cuenca

Se genera la red de drenaje de la cuenca a partir del mapa de dirección de flujo, y así ubicar correctamente los puntos de drenaje. El área de influencia directa o área de protección hídrica queda con una área de 623, 13 ha.

Figura 6.- Delimitación del área de influencia (APH) del punto de captación.




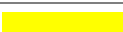


Fuente: IGM, SENAGUA

Elaboración: Propia

### 5.1.3.1.3. Mapa de pendientes

El APH de la microcuenca El Limón posee una topografía irregular con pendientes fuertes mayores al 45 % y muy fuertes que están entre el 60 y 100 %, en el APH representa el 80,13 % de la superficie, como se aprecia en la figura 7 y tabla 4.

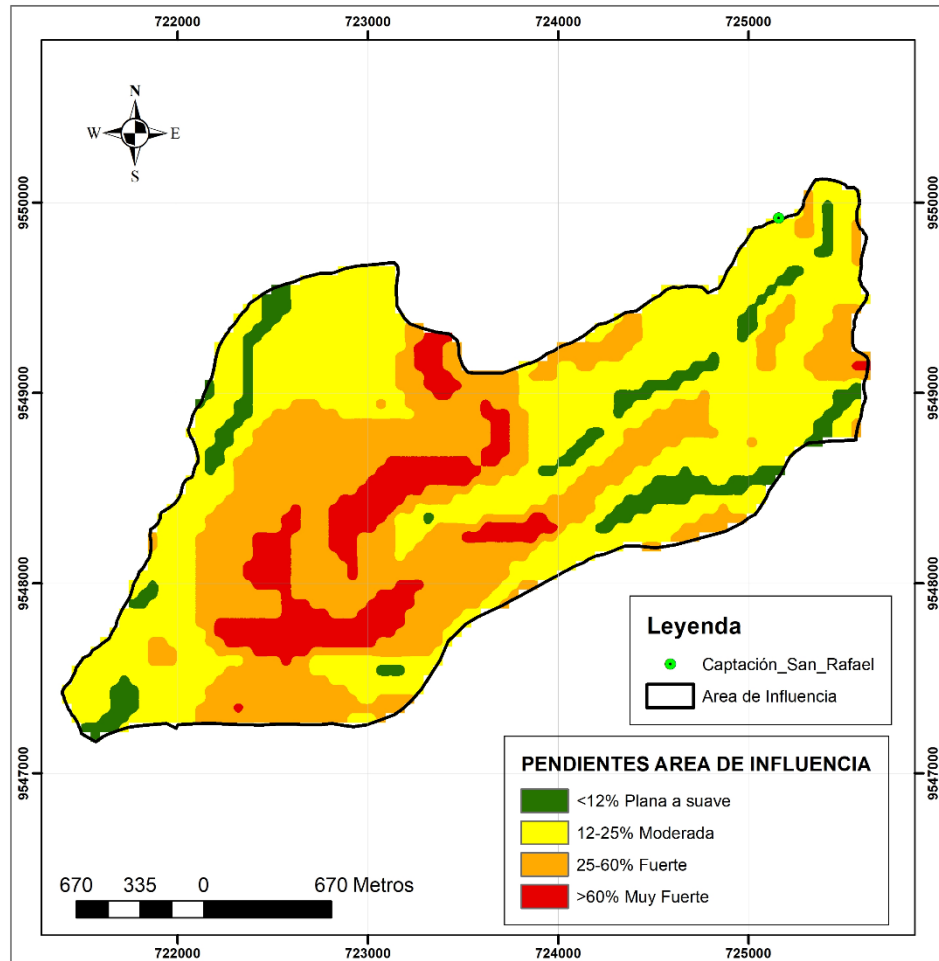
Tabla 4.- Pendiente de la APH

Leyenda	Pendiente (%)	Descripción	Área (Ha)	Porcentaje
	<12	Planas a suaves	33,56	5,38%
	25	Moderado	298	47,82%
	60	Fuertes	229,59	36,85%
	>60	Muy fuertes	61,98	9,95%

<b>TOTAL</b>	623,13	100 %
--------------	--------	-------

Elaboración: Propia

*Figura 7.- Mapa de pendientes en la APH .*



Fuente: IGM, SENAGUA

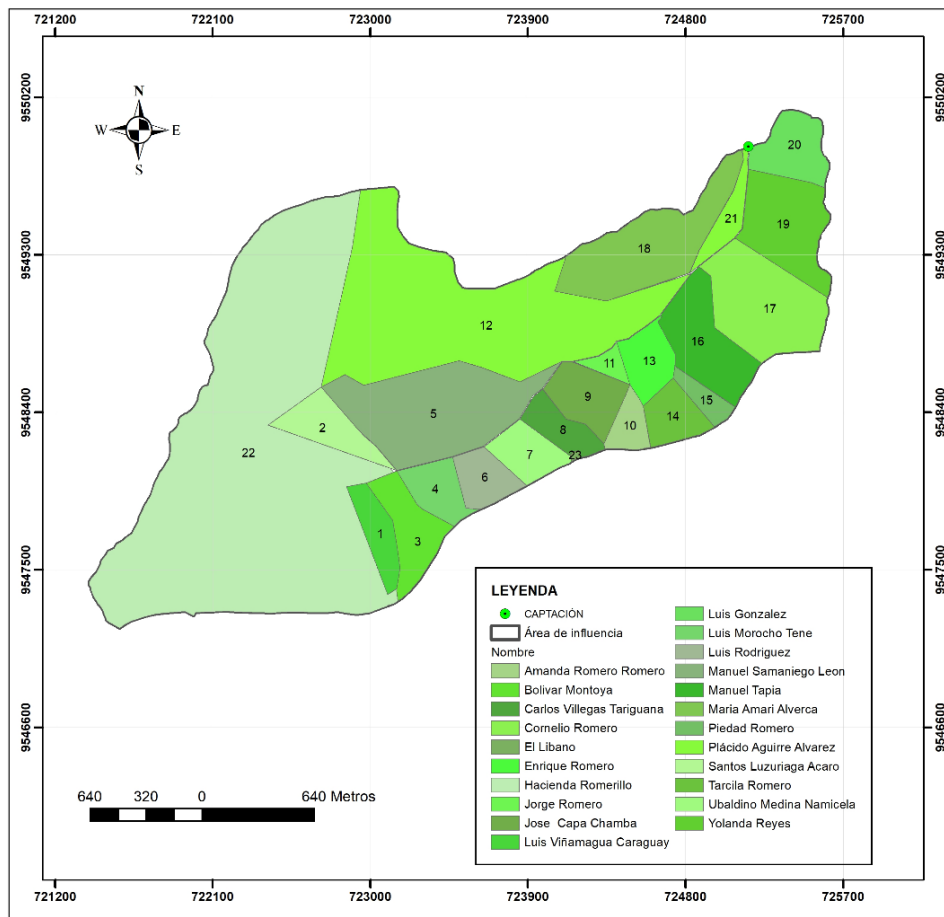
Elaboración: Propia

#### 5.1.3.1.4. Mapa tenencia de tierras

Para la creación del mapa de tenencia de tierras, solicitamos información a las entidades encargadas del levantamiento catastral en zonas urbanas (Municipio) y en zonas rurales (Secretaría de Tierras), y con información de campo, procedemos a elaborar el mapa.



Figura 8.- Mapa tenencia de tierras, identificación de propietarios.



Fuente: NCI, GAD Zamora

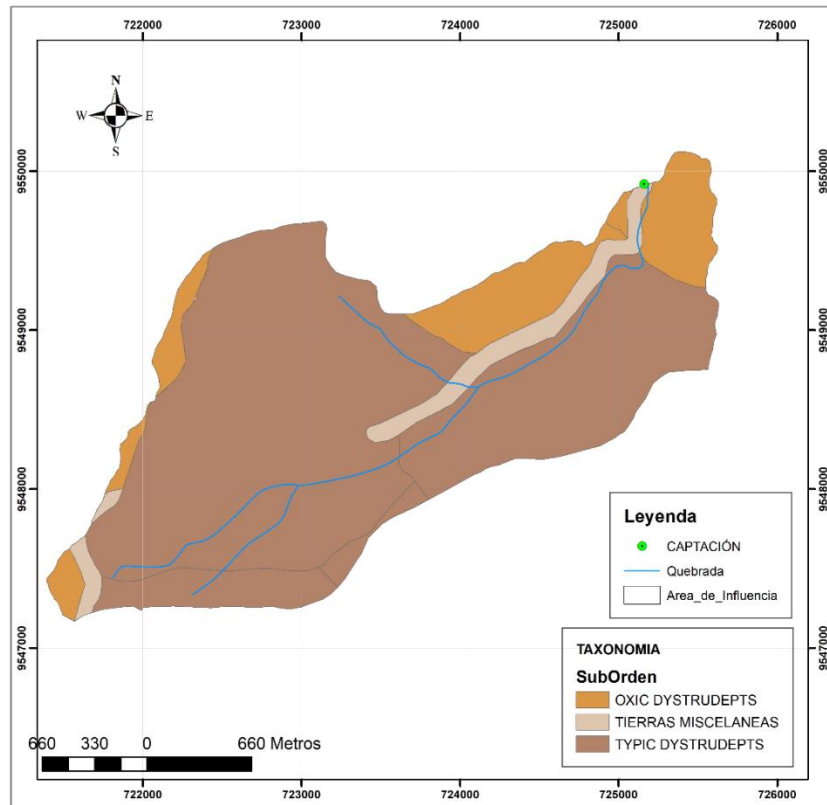
Elaboración: Propia

### 5.1.3.1.5. Taxonomía de suelos

La figuras 9 muestra que los suelos del área de APH de la microcuenca El Limón pertenecen al sub orden Oxyaquic Dystrudepts, es decir estos suelos se caracterizan por que son bastante jóvenes (todavía en evolución) poco profundos, empezando a mostrar el desarrollo de sus horizontes. Un factor importante es el tiempo, pues se necesita el paso de este para que se desarrollen, la influencia de la vegetación también es un factor significativo ya que por lo general los encontramos asociados a ecosistemas forestales, terrenos agrícolas y praderas, siendo las zonas forestales donde los hallamos con mayor frecuencia. Estos suelos tienen una aptitud forestal, pero también son suelos que podrían destinarse al cultivo, aunque con mucha frecuencia presentan reacción ácida (pH) y para ser

productivos requieren fertilización. Cuando se localizan en pendientes fuertes, un aprovechamiento idóneo es el bosque pero la pérdida de la vegetación frecuentemente conduce a una erosión preocupante.

Figura 9.- Mapa de taxonomía de suelo de la APH.



Fuente: MAGAP

Elaboración: Propia

Los suelos Typic Dystrudepts se han desarrollado a partir de depósitos superficiales acumulados por procesos de desprendimiento de rocas, en su gran mayoría, de arenisca, lutitas y caliza. Presentan topografía fuertemente quebrada y quebrada, con pendientes superiores al 25%. Se manifiestan movimientos en masa generalizados en amplios sectores, tales como: deslizamientos y soliflucción; también hay en superficie alta concentración de fragmentos de roca. Los suelos Typic Dystrudepts (Fotografía 1 y 2) se localizan de preferencia en las laderas y se caracterizan por un perfil de nomenclatura A – B - C. El horizonte tiene un espesor de 10 cm y es de color pardo a pardo oscuro y de textura arcillosa; el horizonte B, es de color pardo amarillento oscuro y la textura es arcillosa; el horizonte C, es de color pardo amarillento claro y textura arcillosa. Son suelos profundos,

limitados por roca, bien drenados. Tienen reacción muy fuertemente ácida; capacidad de intercambio catiónico alta; saturación de aluminio mayor del 60% y la fertilidad natural es muy baja.

*Figura 11.- Excavación suelo*



*Figura 10.- Profundidad suelo*



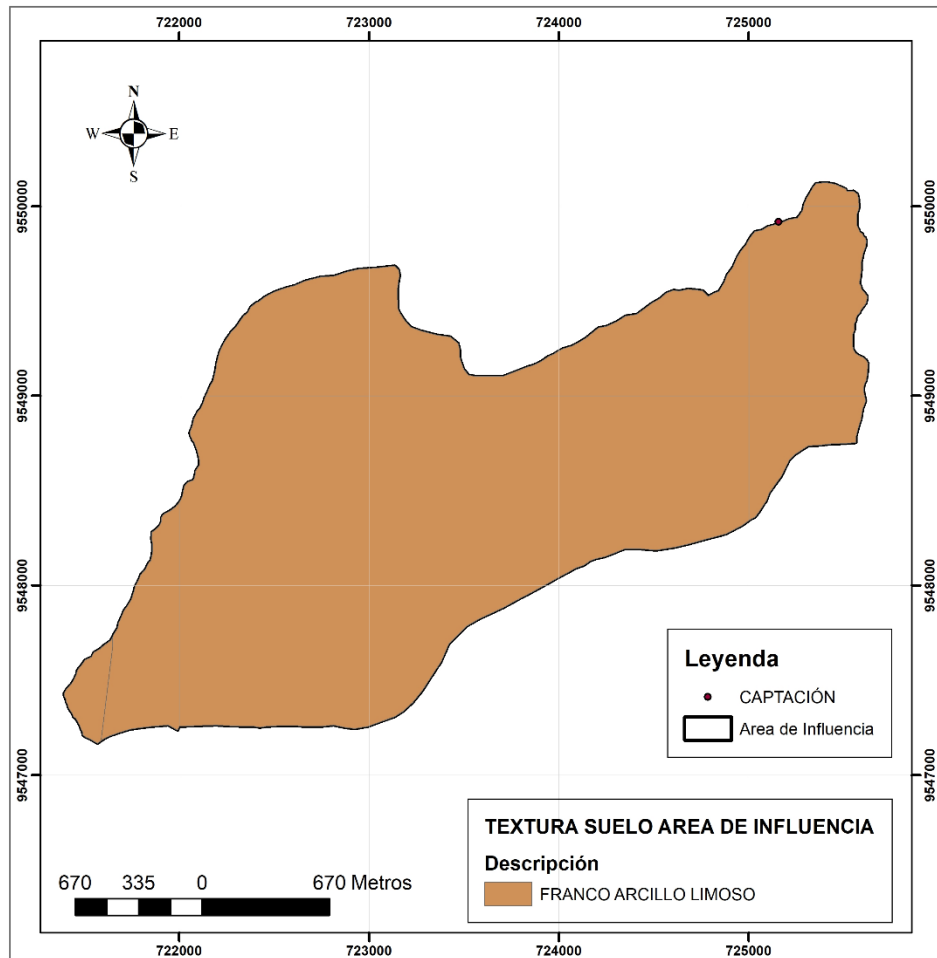
En las tierras misceláneas abundan los materiales gruesos, generalmente redondeados. Se encuentran constituidas por áreas caracterizadas por sedimentos generalmente gruesos dentro de una plasma arenosa, se presentan en zonas aluviales con textura ampliamente variables

#### **5.1.3.1.6. Textura de los suelos**

Es un suelo que presenta bastante arcilla pero que cuenta también con limo y arena. Presenta mayor cohesión.

Para el caso del APH de la quebrada El Limón, el suelo posee textura fina (suelos Franco arcillosos limoso), es decir están compuestos en gran parte por el mineral conocido como limo, la relación de este suelo es de 10-35-55, esto los convierte en un suelo de textura pesada, pegajoso cuando está húmedo y muy duro ante carencia de agua, Agregados firmes y duros, resistentes a dejarse romper con la mano. Cuando se pulveriza, la sensación al tacto es suave según la clasificación de la USDA

Figura 12.- Mapa de textura del suelo en la APH.



Fuente: MAGAP

Elaboración: Propia

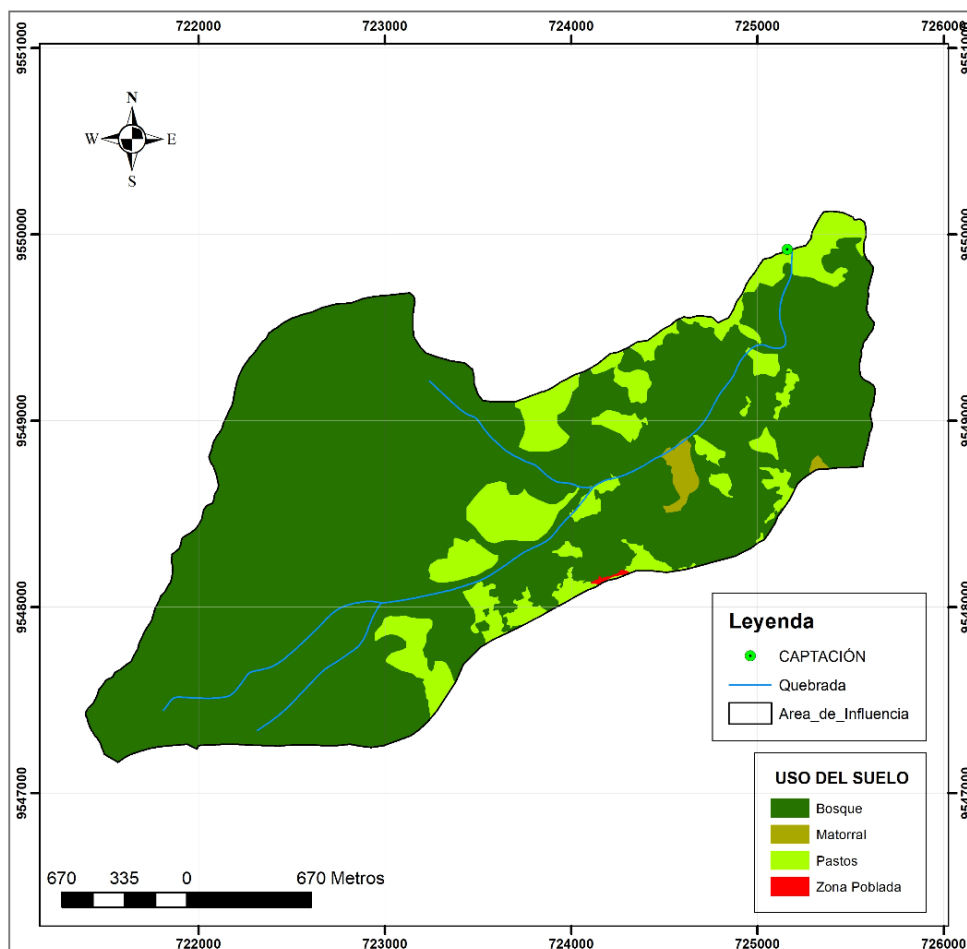
### 5.1.3.1.7. Cobertura vegetal y uso actual del suelo

El uso actual del suelo en el APH de la microcuenca de la quebrada El Limón está representada por 4 tipos de coberturas, definidas a través de fotografía satelital del año 2017, se realizó recorridos de campo para tomar puntos de control de las categorías de cobertura vegetal, para tener mejor análisis en territorio.

El mapa de cobertura vegetal podemos evidenciar la presencia de pastos en la parte media alta de las APH ubicadas en pendientes moderados y fuertes, lo cual es importante tomar en cuenta; ya que estos se encuentran antes de la captación de agua, por lo tanto, estas zonas deberían estar destinadas a recuperación por un lado y no permitir su expansión dentro de la

APH, por otro lado existen áreas agrícolas en el margen derecho de la fuente hídrica sector El Libano, en donde la actividad agrícola se extiende hasta llegar a las riberas de la quebrada El Limón en la parte alta (nacientes) y en la parte media y baja sobre todo en sectores cercanos a la captación, es decir que el ganado está llegando a los cursos de agua, contaminando el líquido vital que posteriormente es captado para el consumo humano.

Figura 13.- Mapa cobertura y uso del suelo.







Fuente: MAGAP

Elaboración: Propia

La preocupación se da al observar el mapa, por cuanto las tierras agrícolas se encuentran sobre todo en la parte media y baja, lo que implica altos riesgos de contaminación por la presencia de ganadería, esto conlleva a pensar que esta área cubierta por pastos se debe recuperar y/o realizar una conversión del uso del suelo para con ello tener una buena

cobertura que permita la protección de la quebrada y la conservación de la calidad de agua a largo plazo

**Tabla 5.- Cobertura y uso del suelo de la APH**

Leyenda	Cobertura	Uso	Área (Ha)	Porcentaje
	Bosque	Aprovechamiento	545,08	87,47 %
	Matorral	Restauración	5,67	0,91%
	Pasto	Agricultura	71,96	11,55%
	Zona Poblada	Vivienda	0,42	0,07%
<b>Total</b>			<b>623.13</b>	<b>100 %</b>



Fuente: MAGAP

Elaboración: Propia

#### 5.1.3.1.8. Uso potencial o capacidad de uso del suelo

Debido a la importancia que tiene la APH que abastece de agua al sistema agua potable para Zamora y sus barrios urbanos, es recomendable siempre conservar y proteger la mayor cantidad de cobertura forestal (bosque). Sin embargo, se debe realizar un análisis técnico a través de la superposición de mapas como el de pendientes, profundidad y fertilidad del suelo, que permiten definir las diferentes aptitudes que poseen la tierra en la APH, teniendo como resultados:

**Tabla 6.- Uso potencial del suelo**

Leyenda	Vocación del suelo	Área (Ha)	Porcentaje
	Conservación	32,68	5,25 %
	Agroforestería	590,45	94,75%
<b>Total</b>		<b>623.13</b>	<b>100 %</b>

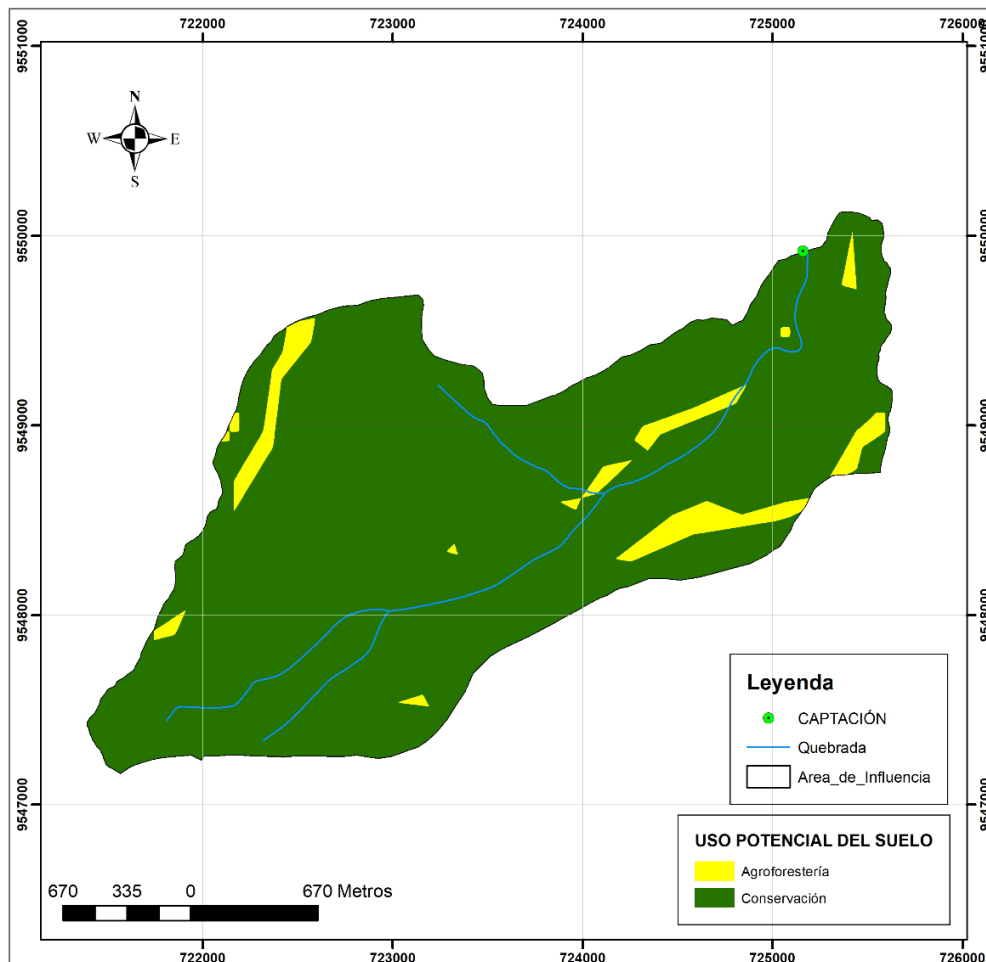
Elaboración: Propia

El 80,13 % de superficie total del APH de la microcuenca de la quebrada El Limón tiene una aptitud forestal.

El 16,38 % son suelos aptos para el cultivo de pastos siempre y cuando se realicen medidas de conservación del suelo (agroforestería).

El mapa de capacidad de uso del suelo ratifica lo mencionado anteriormente; es decir, que los suelos que están dentro de la APH de la microcuenca tienen una aptitud forestal, por tanto, las actividades productivas deben tener un alto grado de control o medidas de conservación de suelos dada la fragilidad del área. En consecuencia los riesgos de pérdida de suelo son altos y la sostenibilidad del recurso agua está directamente ligado a las actividades de conservación que se realicen en esta zona.

*Figura 14.- Mapa uso potencial del suelo.*



Elaboración: Propia

En el mapa se puede apreciar las diferentes aptitudes del suelo en las APH, de ello se desprende que los suelos con aptitud forestal se encuentran a lo largo de la microcuenca en zonas que presentan pendientes superiores al 60 %, los usos agropecuarios se observan desde la parte baja hasta la parte alta ubicados en pendientes onduladas y menores al 25 %.




Hay que mencionar que si bien se pueden realizar actividades agropecuarias en la parte media y baja, es necesario limitar el uso del suelo tomando medidas de conservación. Si es preciso se debe realizar una conversión del uso del suelo a través de actividades como regeneración natural o restauración forestal, ya que estas áreas (agropecuarias) se encuentran en una zona sensible que podría generar problemas de pérdida de suelos y contaminación de no tomarse las precauciones necesarias

#### 5.1.3.1.9. Conflictos de uso de suelo en la APH

Del cruce de los mapas temáticos de uso actual del suelo y uso potencial o capacidad de uso, se desprende el contenido de los mapas de conflictos para la APH, los cuales se detallan a continuación en la figura y tablas correspondientes.

Dentro del APH de la microcuenca de la quebrada El Limón, al uso adecuado le corresponde un porcentaje de 80,72 % de la superficie, aquí se ubican las áreas cubiertas por bosque y son aquellas que en la actualidad permiten disponer en abundancia del recurso agua. El 6,38 % es suelo subutilizado, es decir, que podrían eventualmente tomándose las medidas necesarias dedicarse a otro tipo de actividades, estas áreas aunque son potenciales para realizar otras actividades, podrían permanecer con bosques convirtiéndose en la cobertura ideal para toda el APH. Dentro de las categorías de usos del suelo por conflictos, observamos también que el 12,88 % del APH está siendo sobreutilizada, aquí se encuentran establecidos los pastos cultivados que se encuentran en la parte baja y media alta del APH.

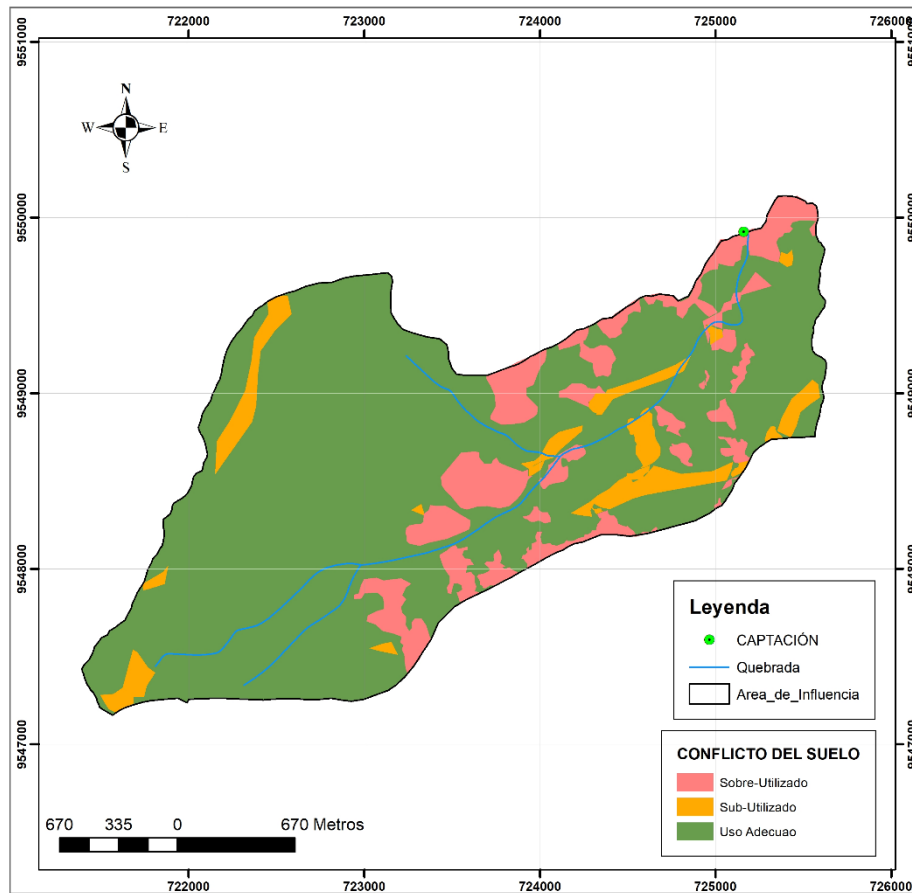
*Tabla 7.- Conflicto uso de suelo*

<b>Leyenda</b>	<b>Conflicto uso del suelo</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
	Sobre-utilizado	80,301	12,89 %
	Sub-utilizado	39,791	6,39%
	Uso adecuado	503,038	80,72%
	<b>Total</b>	<b>623.13</b>	<b>100 %</b>

Elaboración: Propia



Figura 15.- Mapa conflicto uso de suelo en la APH.




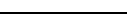


Elaboración: Propia

#### 5.1.3.1.10. Propuesta de zonificación para la APH

Como se menciona en la fase metodológica, la propuesta de zonificación se realizó en base al mapa de conflictos de uso del suelo y criterios técnicos priorizando áreas para precautelar la conservación del recurso hídrico; determinándose zonas para conservar, zonas para restaurar y zonas para realizar actividades agropecuarias sostenibles (Agroforestería), de esto se desprenden la ordenación y regulación del suelo en el territorio dentro de las APH según se detalla a continuación:

**Tabla 8.- Zonificación de la APH**

<b>Leyenda</b>	<b>Conflicto uso del suelo</b>	<b>Área (Ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
	Zona de conservación	499,39	80,14 %
	Zona de restauración	90,63	14,54%
	Zona poblada	0,42	0,07%
	Zona agroforestal	32,69	5,25
	<b>Total</b>	<b>623.13</b>	<b>100 %</b>

Elaboración: Propia

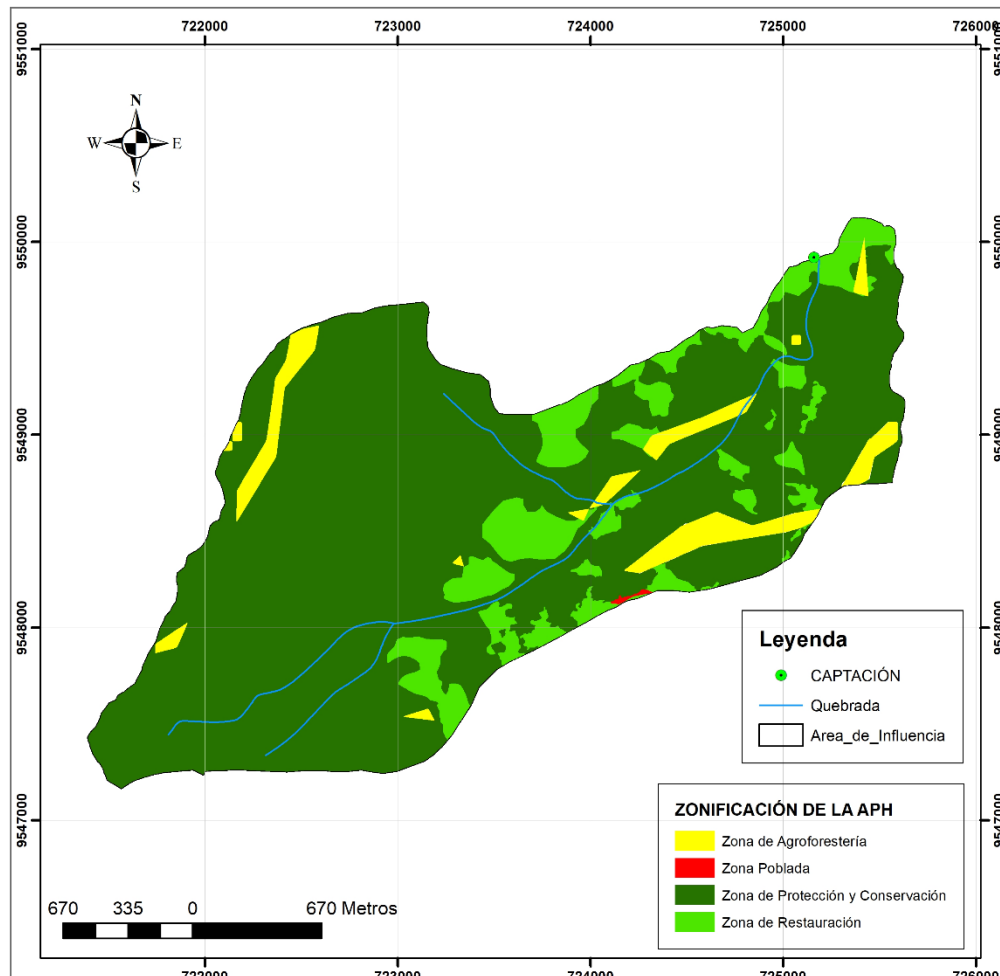
**5.1.3.1.10.1. Zona Intangible (conservación).** - Esta zona presenta una extensión de 499,39 ha y representa el 80,14 % del APH, aquí se encuentra la cobertura de bosque que aún se mantiene en pie y que podría ser afectada por los impactos humanos (tala y quema).

**5.1.3.1.10.2. Zona poblada.** - La zona poblada dentro del APH tiene una superficie de 0.42 ha, el sector es conocido como El Libano, los habitantes de este sector se han establecido antes de que la ciudad de Zamora cuente con el servicio de agua potable. La posibilidad de reubicación de los habitantes no sería factible ya que en este lugar ellos cuentan con viviendas y tierras agrícolas.

**5.1.3.1.10.3. Zona de Restauración.** - Dentro del APH cubre una superficie de 90,63 ha que representa el 14,54 %, aquí se ubican las áreas cubiertas por pastos que han sido establecidas en terrenos con fuertes pendientes y donde el riesgo de erosión del suelo es evidente, estas áreas se deben recuperar con actividades de reforestación y/o compra o expropiación definitiva por parte del GAD de Zamora para asegurar el cambio de uso del suelo que revierta el actual. También comprende áreas ocupadas por pastos y donde el ganado posiblemente tiene acceso directo a la fuente de agua, en esta zona corresponde proponer actividades de reforestación con especies nativas y/o

regeneración natural tomando medidas que permitan separar estas áreas y crear barreras vivas que restrinjan el ingreso de ganado a las fuentes de agua.

Figura 16.- Mapa zonificación de la APH.



Elaboración: Propia

**5.1.3.1.10.4. Zona de actividades agroforestales.-** Esta zona cubre un proporción del territorio con 32,69 ha que representan el 5,25 % del total del APH. Aquí se encuentran las zonas cubiertas por pastos que se desarrollan dentro de los parámetros normales de aptitud del suelo, sin embargo, para asegurar la calidad del recurso a largo plazo se deben realizar trabajos de conservación y/o manejo (silvopasturas, cercas vivas, estabulación del ganado, etc.) con la finalidad de conservar el suelo y evitar el avance la frontera agropecuaria.

Además se puede considerar el cambio de actividad por parte de los propietarios como la producción de frutas, café, cacao e incluso piscicultura.

#### **5.1.4. Propuesta para la protección y restauración de fuentes de agua.**

##### **Normativa legal aplicable:**

- Que, la Constitución de la República del Ecuador, en sus artículos 3 numeral 7, 14, y 66 numeral 27, dispone como un deber primordial del Estado proteger el patrimonio natural y cultural del país; reconociendo el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza; declarando de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados;
- Que, la Constitución de la República del Ecuador, en el Art. 71 establece que la naturaleza o Pacha Mama (donde se reproduce y realiza la vida), tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Complementariamente, la misma Constitución indica en el Art. 72 que la naturaleza tiene derecho a la restauración, siendo ésta, independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados, y finalmente dispone en su Art. 73 que el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales
- Que, según lo previsto en el artículo 264 de la Constitución de la República del Ecuador son competencias exclusivas de los gobiernos municipales, entre otras: a) Formular los planes de ordenamiento territorial cantonal; b) Regular y ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón; preservar, mantener y difundir el patrimonio natural; y, c) Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas. Para el ejercicio de la competencia c), el artículo 430 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y

Descentralización, COOTAD, dispone que los GAD Municipales formulen ordenanzas que incluirán cursos de agua, acequias y márgenes de protección observando la Constitución y la ley;

- Que, el Artículo 406 de la Constitución de la República del Ecuador, señala que el Estado regulará la conservación, manejo y uso Sostenible, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles entre otros: los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos;
- Que, según lo dispuesto en el artículo 12 de la Constitución de la República del Ecuador: “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”. Además, el artículo 411 del mismo cuerpo constitucional dispone que: “El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.”
- Que, la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, en su Art. 12 señala corresponsabilidad en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos, por parte del Estado, sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, consumidores y usuarios. Además, asumen responsabilidad en el manejo sostenible y protección de las fuentes de agua, los pueblos y nacionalidades, propietarios de predios, y las entidades estatales. Adicionalmente, es de suma importancia destacar que por mandato del inciso tercero del citado Art. 12, el Estado en sus diferentes niveles de gobierno, deberán destinar los fondos necesarios y la asistencia técnica para garantizar la protección y conservación de las fuentes de agua y sus áreas de influencia
- Que, por disposición del inciso segundo del Art. 160 del Código Orgánico del Ambiente, las instituciones estatales con competencia ambiental, deberán coordinar

acciones, a fin de garantizar el cumplimiento de sus funciones y evitar que el ejercicio de ellas, superposiciones, omisiones, duplicidad y conflictos;

- Que, es una competencia de los gobiernos municipales, prestar el servicio público de agua potable según lo previsto en el numeral 4 del artículo 264 de la Constitución de la República del Ecuador, en concordancia con lo señalado en los artículos 55 y 137 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización;
- Que, según lo dispone el inciso segundo del artículo 395 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización, los gobiernos autónomos descentralizados y especialmente los municipios, tienen plena competencia para establecer sanciones administrativas mediante acto normativo, para su juzgamiento y para hacer cumplir la resolución dictada en ejercicio de la potestad sancionadora, en el marco de sus competencias y respetando las garantías del debido proceso preceptuadas en la Carta Magna;

Por la normativa legal que respalda se propone tres alternativas para la protección y sostenibilidad del área de protección hídrica.

1. Mediante ordenanza establecer el área de protección hídrica y el cobro de 0,05 ctvs adicional por cada metros cubico sobre la base.
2. Elevar la propuesta desde el GAD Zamora conjuntamente con la SENAGUA, para que forme parte del SNAP y el gobierno remita fondos para su protección.
3. Adhesión al FORAGUA, que mediante fideicomiso establece mecanismos de protección a las zonas de importancia hídrica.

## **6. CONCLUSIONES**

- La ciudad de Zamora sus barrios se abastecen del agua proveniente de la microcuenca El Limón, ubicada dentro de la subcuenca del río Zamora del sistema hidrográfico río Santiago, cuya área desde el sitio de captación aguas arriba es de 623.13 ha.
- Existen 21 propietarios particulares dentro de esta área, con quienes se debe trabajar para llegar a los mejores acuerdos para la conservación de la fuente y 1 propietario estatal que este caso pertenece al GAD Municipal de Zamora.

- Los aforos realizados para estimar la oferta hídrica determinaron un caudal en la quebrada El Limón de 88,48 l/s
- El agua proveniente de las APH tiene un beneficio económico que usualmente es ignorado por las autoridades y ciudadanos, convirtiéndose en gastos evitados por beneficiarse del agua que proviene de las fuentes hídricas.
- La gran mayoría del territorio de la APH, es decir alrededor de 310,82 ha, presentan pendientes fuertes a muy fuertes mayores al 60 %, lo que significa que en estas áreas se tiene una mayor vulnerabilidad a eventos de erosión y arrastre de sedimentos hacia las partes bajas y riberas de quebradas.
- Los suelos de la APH tienen una aptitud forestal, pero también son suelos que podrían destinarse al cultivo, aunque para ser productivos requieren fertilización. Cuando se localizan en pendientes fuertes, un aprovechamiento idóneo es el bosque pero la pérdida de la vegetación frecuentemente conduce a una erosión preocupante.
- La cobertura vegetal y uso actual del suelo en las APH en general está dominada por la presencia de bosques con 545,08 ha que ocupan esta cobertura, probablemente esta situación ha conllevado a que los caudales de agua se mantengan en niveles regulares durante todo el año. Sin embargo, también la actividad pecuaria tiene su importancia ya que ocupa 71,96 ha cubiertas por pastos, varios de ellos llegan incluso a los mismos lechos de las quebradas, elevando las posibilidades de contaminación del agua a causa de la presencia de ganado.
- Realizando el análisis de conflictos de uso del suelo, se determinó que 80,30 ha del total del área de las APH está sobre-utilizado el uso del suelo, es decir se están desarrollando actividades productivas sin tomar en cuenta medidas de prevención; lo que podría ocasionar problemas en el futuro mediato, sobre todo por erosión de suelo y la pérdida de la fertilidad debido a la presencia del ganado en estas zonas.
- La zonificación en la APH propone la creación de 4 zonas de tratamiento: zona de conservación, zonas de recuperación, zona poblada y zona de agroforestería, donde se proponen actividades de mantenimiento del bosque existente, protección de las riberas de los lechos de quebradas y vertientes, restauración de áreas degradadas y actividades de conversión o mitigación para las áreas de pasto ubicadas en sitios con

alto riesgo de erosión, de esto se desprende la ordenación y regulación del suelo en el territorio.

- La conservación de los suelos y de los recursos naturales en el Ecuador, está considerado como un tema de interés público, y para ello se brindan las herramientas legales pertinentes y aplicables a los Gobiernos Autónomos Descentralizados, donde a través de la creación de ordenanzas se pueda regular el uso del suelo y se ordenen los territorios locales según sea el caso.
- La creación de un nuevo modelo de gestión permitirá al GAD de Zamora obtener recursos económicos a través del cobro de un aporte ciudadano, establecer áreas de conservación municipales para poder implementar acciones de preservación y protección de la calidad y cantidad de agua, crear incentivos para ofrecer a los propietarios de las tierras y finalmente asegurar los recursos económicos generados a largo plazo independientemente de quien esté dirigiendo el cabildo

## **7. RECOMENDACIONES**

- Se debe implementar un sistema de monitoreo y control permanente de la cantidad y calidad de agua conforme a la ley vigente aplicable, antes y después de la captación, paralelamente a la implementación de cualquier medida de recuperación para las APH.
- Efectuar acuerdos de conservación con los propietarios de los predios en el APH de la microcuenca, actual fuente de agua para la población de Zamora, estableciendo compromisos para el cuidado del bosque y el agua en sus fincas, con la finalidad de evitar la degradación del bosque y que el ganado ingrese a la quebrada y contamine el recurso.
- Es necesario implementar de un sistema de seguridad que restrinja el acceso a los cursos de agua y fortalecer las capacidades del personal de la Unidad de Gestión Ambiental con talleres de capacitación y manejo de herramientas adecuadas para el control y monitoreo en la APH.
- Instaurar un programa de educación ambiental dirigido a los propietarios de las fincas en la APH y ciudadanía en general en temas referentes a buenas prácticas ambientales y uso sostenible del agua.



- Es necesario actualizar la “Ordenanza para la Protección de Fuentes”, la misma que fue publicada 15 de mayo del 2011, desde entonces existe nueva normativa relacionada con los recursos hídricos y ambiente que se encuentra vigente.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, P.; Jaramillo, Á. 2006. Valoración del Servicio Ambiental Hídrico de la Microcuenca Zumbi, fuente abastecedora de agua para la población de Zumbi, Cantón Centinela del Cóndor. 124 P.
- Balthazar, V., Vanacker, V., Molina, A., & Lambin, E. (2015). *Impacts of forest cover change on ecosystem services in high Andean mountains. Science Direct*, 63-75
- Coronel, R.; Jaramillo, Á. 2006. Valoración Económica Ecológica del Recurso Hídrico de la Microcuenca El Limón Fuente abastecedora de Agua para la Ciudad de Zamora, Provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de Grado previo el Título en Ingeniería Ambiental. 269 P.
- Fondo Regional del Agua – FORAGUA. 2018. Diagnóstico de las áreas de interés hídrico de las microcuencas San Isidro y Namacuntza, caracterización del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de El Pangui y, propuesta de ampliación de áreas de conservación municipal y uso sostenible del cantón El Pangui, provincia de Zamora Chinchipe
- Instituto Geográfico Militar (IGM). 2010. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (MAE) 2014. Cobertura base: poblados, red hídrica, redes viales, curvas de nivel
- Liquete, C.; Arnau, P.; Canals, P.; Colas, S. (2005). Mediterranean river systems of Andalusia, southern Spain, and associated deltas: A source to sink approach. *Marine Geology*, 471-495.
- Miller, R. L., Cruise, J. F. (1995). Effects of suspended sediments on coral growth: Evidence from remote sensing and hydrologic modeling. *Remote Sensing Environment*, 53, 177–187.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP). 2002 -2008. Cobertura de suelos: topografía, aptitud de suelos y uso del suelo.
- Nova Gonzalez, G., & Caro Vargas, F. M. (1991). Reforestación de Microcuencas. Bogota: Servicio Nacional de Aprendizaje.
- Orozco C., Pérez A., González M. A., Rodríguez F. J., Alfayate J. M. (2005). Contaminación Ambiental, una visión desde la química. Ed. Thomson, Madrid.
- Orozco, E., Padilla, T. y Salguero M. (2003). Manual Técnico para la determinación de áreas de recarga hídrica natural. Guatemala, 2003.

- Secretaría Nacional del Agua, 2015. Primer Suplemento del registro Oficial N° 483. Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamientos del Agua. 60 P. Consultado el 6 de abril del 2018 en: <http://www.agua.gob.ec/>
- Secretaría Nacional del Agua, 2017 Mediante documento publicado en el registro oficial 0023 del 15 de noviembre del 2017
- SIG Tierras del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP). 2010 – 2011. Orthofotos
- UNESCO. (2004). Water for people, water for lives. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Paris. <Accesible en URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556e.pdf>>.
- Tomlin C (1990), "*Geographic information systems and cartographic modelling.*"

## 9. ANEXOS

Figura 17.- MED (50x50) de la cuenca nivel 7 y captación

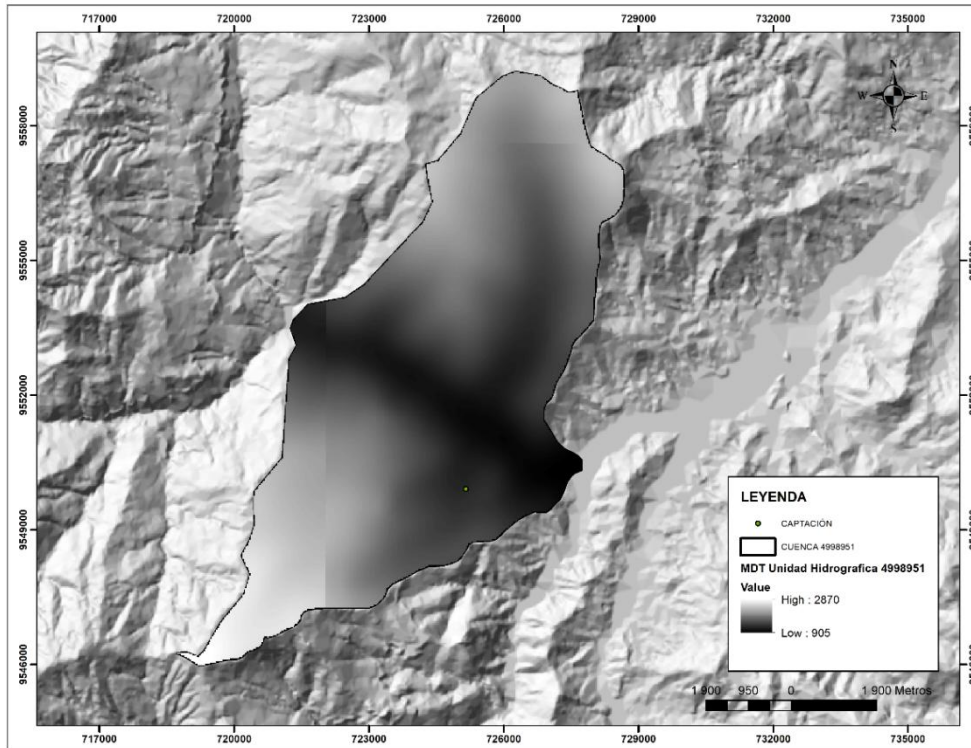


Figura 18.- Mapa de Dirección de flujos de la cuenca.

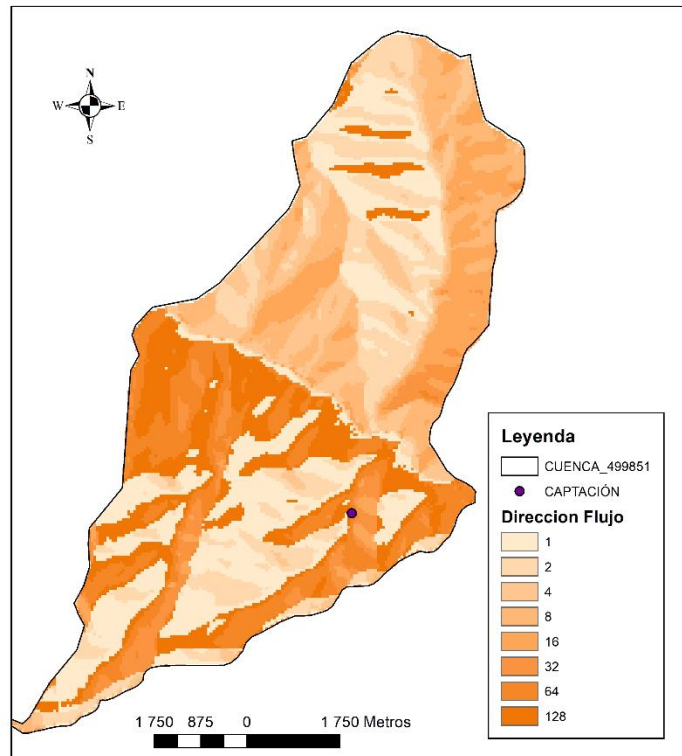


Figura 19.- Mapa Pendientes del terreno de la cuenca-

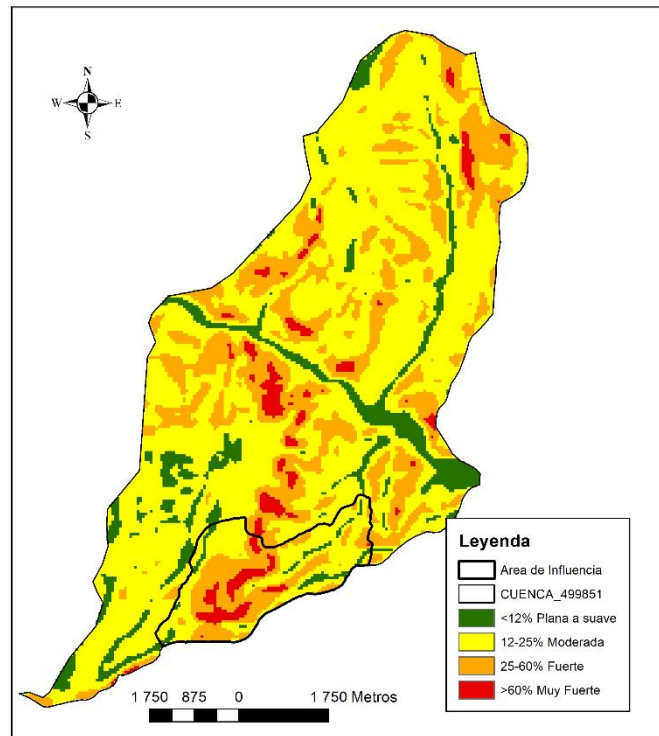


Figura 20.- Quebrada El Limón.



Figura 21.- Cobertura vegetal de la APH

