

**CARACTERIZACIÓN DE LOS CONFLICTOS DE USO DE LA TIERRA
ASOCIADOS A LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN LA MICROCUENCA
DEL RÍO TAJUMBINA**

Yimer Bolaños Muñoz.

José Daniel Morillo Madroñero.

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE GEOGRAFÍA
SAN JUAN DE PASTO**

2019

**CARACTERIZACIÓN DE LOS CONFLICTOS DE USO DE LA TIERRA
ASOCIADOS A LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN LA MICROCUENCA
DEL RÍO TAJUMBINA**

Yimer Bolaños Muñoz.

José Daniel Morillo Madroñero.

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de Geógrafo

Modalidad Monografía

Asesor: Esp. Germán Edmundo Narváez Bravo

Profesor Asistente Departamento de Geografía

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS

PROGRAMA DE GEOGRAFÍA

SAN JUAN DE PASTO

2019

Nota de responsabilidad

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son responsabilidad exclusiva de sus autores.

Artículo 1 del acuerdo N° 324 de Octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado.

Firma del jurado.

Firma del jurado.

San Juan de Pasto, Abril 2019

Dedicatoria

Dedico este trabajo, a mi madre Marina Eunice Madroñero, a mi padre José Luis Morillo; por su confianza, paciencia, apoyo y amor incondicional; a mi hermana, Diana Paola, por estar a mi lado brindándome su apoyo y cariño; a mis tías y tíos por su cariño y respaldo, y a mi querido amigo gato, Arturo.

José Daniel Morillo Madroñero

La culminación de este trabajo no hubiera sido posible, sin el apoyo y la confianza incondicional de mi familia, en especial por la paciencia y la firmeza, de mis padres Hugo Bolaños y Mary Muñoz, mi primo Guil Alfredo y mi tía Ángela Bolaños.

Yimer Bolaños Muñoz.

Agradecimientos

Agradecimiento especial, a nuestro asesor, German Edmundo Narváez, por su trabajo y compromiso decidido, en el direccionamiento correcto de esta investigación. De igual forma, agradecemos, al grupo de investigación en Geografía Física y Problemas Ambientales TERRA, por el apoyo y la asistencia técnica, de cada uno de sus integrantes.

Al profesor Daniel Marino Rodríguez Rodríguez y al Geógrafo Jaime Fernando Pizarro Jurado, ya que gracias a su disposición, sugerencias y colaboración se direcciono la investigación de la mejor manera.

A nuestros jurados evaluadores, la profesora Flor Dalila Riascos y el profesor Leonardo Yovanny Ruiz, porque gracias a su disposición, sugerencias y proposiciones, se lograron los avances oportunos y acertados, hacia el cumplimiento de los objetivos estipulados.

A la comunidad en general, y a cada uno de los líderes de las diferentes veredas inscritas en la microcuenca, por el apoyo en el trabajo de campo, al facilitar la obtención de información relevante, para el adecuado desarrollo de este estudio.

Y finalmente a nuestros compañeros, amigos y a todas aquellas personas que de alguna manera u otra estuvieron presentes en el desarrollo de esta investigación

José Daniel Morillo Madroñero

Yimer Bolaños Muñoz.

Contenido

	Pág.
Introducción	22
1. Problema de investigación	24
1.1. Formulación del problema	24
1.2. Descripción del problema.....	24
2. Justificación	26
3. Objetivos	28
3.1. Objetivo General	28
3.2. Objetivos Específicos.....	28
4. Antecedentes.....	29
5. Descripción del área de estudio	33
6. Marco conceptual.....	36
6.1. Cobertura y uso de la tierra	36
6.2. Capacidad de uso de la tierra.....	38
6.3. Conflicto de uso de la tierra.	40
6.4. Problemática ambiental.....	41
7. Marco Legal.....	43
8. Metodología.....	45
8.1 Fase 1: Recolección y revisión de información secundaria	45
8.1.1 Actividad 1. Recolección y revisión de referencias documentales.....	46
8.1.2 Actividad 2. Recolección y revisión de cartografía básica y temática existente.....	46

8.1.3 Actividad 3. Selección y adquisición imágenes satelitales y otros productos de sensores remotos.....	47
8.2. Fase 2: Procesamiento de la información y generación de productos preliminares.....	47
8.2.1 Actividad 1. Elaboración del mapa topográfico.	47
8.2.2 Actividad 2. Elaboración de mapas de pendiente.	48
8.2.3 Actividad 3. Elaboración del mapa geológico.	48
8.2.4 Actividad 4. Elaboración del mapa preliminar geomorfológico.....	48
8.2.5 Actividad 5. Elaboración del mapa preliminar de cobertura de la tierra.	49
8.2.6 Actividad 6. Elaboración del mapa preliminar de suelos.	51
8.2.7 Actividad 7. Procesamiento y análisis de las características climáticas de la zona....	52
8.2.8 Actividad 8. Elaboración de encuestas.	53
8.3. Fase 3: Trabajo de campo.....	54
8.3.1 Actividad 1. Primera salida de campo.	54
8.3.2 Actividad 2. Segunda salida de campo.....	55
8.3.3 Actividad 3. Aplicación de encuestas.	56
8.4. Fase 4: Sistematización y análisis de información.....	56
8.4.1 Actividad 1. Elaboración de cartografía temática definitiva.....	56
8.4.1.1 Actividad 1.1. Elaboración de los mapas de unidades geomorfológicas, de cobertura y de uso actual de la tierra.	57
8.4.1.2 Actividad 1.2. Elaboración del mapa de unidades de suelos.	58
8.4.1.3 Actividad 1.3. Elaboración del mapa de uso potencial de la tierra.	58
8.4.1.4 Actividad 1.4. Elaboración del mapa de conflictos de uso de la tierra.....	59
8.4.2 Actividad 2. Elaboración de documento técnico final:	60

9. Aspectos Físicos.....	62
9.1. Geología.....	62
9.1.1. <i>Estratigrafía de la sección Tajumbina – La Estancia.</i>	64
9.1.2. <i>Estratigrafía del plan Tajumbina.</i>	66
9.1.3. <i>Evolución geológica.</i>	68
9.1.3.1. Primera época eruptiva.	68
9.1.3.2. Segunda época eruptiva.	69
9.1.3.3. Tercera época eruptiva.....	70
9.2. Geomorfología.	75
9.2.1. <i>La montaña alta (MA).</i>	78
9.2.1.1. Los lagos y embalses con bordes de sedimentación.	79
9.2.1.2. Morfodinámica Volcánica.	81
9.2.1.3. Montaña alto andina inestable.	85
9.2.2. <i>La montaña media (MM).</i>	86
9.2.2.1. La red de drenaje.....	87
9.3. Clima.....	93
9.3.1. <i>Precipitación.</i>	94
9.3.2. <i>Temperatura.</i>	95
9.3.3. <i>Brillo solar.</i>	98
9.3.4. <i>Humedad relativa.</i>	99
9.4. Suelos.	99
9.4.1. <i>Descripción de las unidades cartográficas y las unidades taxonómicas de los suelos.</i>	100

9.4.1.1. Suelos de altiplanicie.	103
9.4.1.2. Suelos de montaña.	106
10. Aspectos socioeconómicos	110
10.1. División político administrativa.	110
10.2. Características demográficas.	111
10.3. Características económicas de la microcuenca río Tajumbina.	113
10.3.1. Contexto económico departamental.	113
10.3.2. Contexto económico municipal.	114
10.3.3. La actividad agrícola en la microcuenca río Tajumbina.	115
10.3.4. Actividad pecuaria y minera en la microcuenca río Tajumbina.	117
10.3.5. Sector secundario en la microcuenca río Tajumbina.	118
10.3.5. Sector terciario: el turismo en la microcuenca río Tajumbina.	118
11. Cobertura y uso actual de la Tierra Para el Año 2018	121
11.1 Territorios artificializados.	123
11.1.1. Zonas urbanizadas.	123
11.1.1.1. Tejido urbano continuo (Tuc).	123
11.1.1.2. Tejido urbano discontinuo (Tud).	124
11.2. Territorios agrícolas.	124
11.2.1. Pastos.	126
11.2.1.1. Pastos limpios (Pl).	126
11.2.2. Áreas agrícolas heterogéneas	127
11.2.2.1. Mosaico de cultivos	127
11.2.2.2. Mosaico de pastos y cultivos.	128

11.2.2.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	129
11.2.2.4. Mosaico de pastos con espacios naturales.	130
11.2.2.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales	131
11.3. Bosques y áreas seminaturales.	132
<i>11.3.1. Bosques</i>	<i>133</i>
11.3.1.1. Bosque denso	133
11.3.1.2. Bosque fragmentado	134
11.3.1.3. Bosque ripario (Bri)	135
<i>11.3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva</i>	<i>135</i>
11.3.2.1. Herbazal	136
11.3.2.2. Arbustal.....	137
<i>11.3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación</i>	<i>139</i>
11.3.3.1. Tierras desnudas y degradadas	139
11.4. Áreas húmedas	140
<i>11.4.1. Áreas húmedas continentales</i>	<i>140</i>
11.4.1.1. Zona pantanosa (Zp)	141
11.5. Uso Actual de la Tierra.	141
11.5.1. Agrícola.....	143
11.5.2. Agropecuario.....	143
11.5.3. Conservación.....	143
11.5.4. Forestal de protección	144
11.5.5. Pecuario.....	144
11.5.6. Zonas erosionadas sin uso aparente	144

11.5.7. Zonas urbanas	145
12. Capacidad de Uso de la Tierra	147
12.1. Tierras de clase 3.....	150
12.1.1. Subclase 3s-1.....	150
12.2. Tierras de clase 4.....	151
12.2.1. Subclase 4ps- 1.....	151
12.3. Tierras de clase 6.....	152
12.3.1. Subclase 6ps- 1.....	153
12.4. Tierras de clase 7.....	154
12.4.1. Subclase 7ps- 1.....	154
12.5. Tierras de clase 8.....	155
12.5.1. Subclase 8p-1.....	155
12.5.2. Subclase 8c-1.....	156
13. Conflictos de uso de la tierra.	159
13.1. Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado.....	162
13.2. Conflictos por sobreutilización	163
13.2.1. Tierras con conflictos por sobreutilización ligera	163
13.2.2. Tierras con conflictos por sobreutilización moderada	164
13.2.3. Tierras con conflictos por sobreutilización severa	165
13.3. Conflictos por subutilización	166
13.3.1. Tierras con conflictos por subutilización Ligera	166

14. Conclusiones	168
15. Recomendaciones	171
Referencias Bibliográficas	173

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.....	35
Figura 2. Fotointerpretación de unidades geomorfológicas.	49
Figura 3. Imagen Landsat 8.....	51
Figura 4. Imagen en línea, disponible en ArcMap..	51
Figura 5. Elaboración de mapa preliminar de suelos.	52
Figura 6. Salida de campo parte alta de la microcuenca	55
Figura 7. Georreferenciación de fotografías y delimitación de unidades de cobertura.....	58
Figura 8. Proceso desarrollado en ArcGis 10,3 para la elaboración del mapa de conflictos de uso de la tierra.....	60
Figura 9. Subducción y volcanismo en Colombia.....	63
Figura 10. Parte inferior de la columna estratigráfica sección Tajumbina – La Estancia.	65
Figura 11. Parte superior de la columna estratigráfica sección Tajumbina – La Estancia.....	66
Figura 12. Parte superior de la columna estratigráfica. (a) Laminaciones del depósito de flujo de escombros. (b) Pipes de desgasificación en el depósito de flujo de ceniza y pómez.	67
Figura 13. Materiales existentes antes de la primera época eruptiva	69
Figura 14. Inicio de la actividad volcánica. Depósitos asociados a la primera época eruptiva... ..	69
Figura 15. Periodo inter-eruptivo, erosión de depósitos volcánicos.	69
Figura 16. Inicio de periodo eruptivo, emplazamiento de depósitos volcánicos.....	70
Figura 17. Inicio periodo inter-eruptivo, erosión de depósitos volcánicos.	70
Figura 18. Inicio de la tercera época eruptiva, acumulación de flujos de lava asociadas al crecimiento del edificio volcánico actual del volcán Doña Juana.	71

Figura 19	Acumulación de flujos piroclásticos asociados a la tercera época eruptiva.	71
Figura 20.	Etapa inter-eruptiva, erosión de los depósitos y formación de los actuales valles de los ríos: Mayo, Tajumbina y quebrada Caicuanes	71
Figura 21	Acumulación de los depósitos más recientes de la tercera época eruptiva, atribuidos al volcán Ánimas y confinados en el valle del río Mayo.	71
Figura 22	Configuración actual de la zona.	73
Figura 23	Mapa de unidades geológicas microcuenca río Tajumbina.	74
Figura 24.	Mapa de unidades geomorfológicas microcuenca río Tajumbina	77
Figura 25.	Pisos morfogénicos de la montaña alta actual	79
Figura 26.	Pantano Santo Domingo, parte alta de la microcuenca.....	80
Figura 27.	En primer plano, hacia la derecha se observa el remanente norte de la caldera Santa Helena (domo occidental), hacía la parte central de la fotografía el domo central; las flechas señalan la posición de los domos y la línea roja señala la estructura de colapso.	82
Figura 28.	Terraza volcánica ubicada en la parte baja de la microcuenca (delimitada por la línea roja), en las veredas El Placer y Tajumbina.....	84
Figura 29.	Escarpe de disección ubicado en la parte baja de la microcuenca; asociado a la quebrada Caicuanes.....	86
Figura 30.	En la figura se observa el cañón de la quebrada Caicuanes (línea negra), la terraza volcánica limitada por escarpes de disección (línea roja) y depósitos coluviales(línea amarilla).	89
Figura 31	Catena transversal del cañón del río Tajumbina	90
Figura 32.	Deposito coluvial ubicado en la quebrada Caicuanes, parte baja de la microcuenca.	91

Figura 33. Depósito coluvio-aluvial (línea roja) ubicado en la quebrada Caicuanes, parte baja de la microcuenca..	92
Figura 34. Circulación atmosférica y distribución de lluvias en el complejo volcánico Doña Juana.....	95
Figura 35. Variación mensual de la precipitación media mensual para la microcuenca río Tajumbina	95
Figura 36. Variación mensual de la temperatura media mensual.....	96
Figura 37. Mapa de la distribución espacial de la temperatura.	97
Figura 38. Comportamiento temporal del brillo solar horas día..	98
Figura 39. Regimen de humedad relativa.....	99
Figura 40. Mapa de unidades de suelos microcuenca río Tajumbina.....	102
Figura 41. Participación de los sectores primario, secundario y terciario en el PIB de Nariño para el año 2013..	113
Figura 42. Actividad agrícola desarrollada en predios con estructura de minifundio, vereda El Placer.....	116
Figura 43. Cultivo de amapola, vereda El Placer	117
Figura 44. Termales de Tajumbina observadas desde el dron Phantom 4 pro.	120
Figura 45. Cascada del río Tajumbina, sector termales.....	120
Figura 46. Mapa de cobertura de la tierra de la microcuenca río Tajumbina, para el año 2018.....	122
Figura 47. Tejido urbano discontinuo, vereda La Ciénaga, microcuenca río Tajumbina.	124
Figura 48. Pastos limpios, vereda La Palma, microcuenca río Tajumbina.	127
Figura 49. Mosaico de cultivos de piso térmico frío, vereda El Placer.	128

Figura 50. Mosaico de pastos y cultivos de piso térmico frío, vereda El Placer.....	129
Figura 51. Mosaico de pastos con espacios naturales – Arbustales, vereda Alto de Ledezma.	131
Figura 52. Bosque denso altoandino, parte alta de la microcuenca río Tajumbina.....	134
Figura 53. Bosque fragmentado altoandino, vereda Las Ánimas.....	135
Figura 54. Bosque ripario en la parte baja de la quebrada Caicuanes.....	135
Figura 55. Herbazal denso de tierra firme en áreas de páramo – Pajonal – Frailejonal.....	137
Figura 56. Arbustal denso en la vereda Las Ánimas	138
Figura 57. Arbustal abierto en la vereda Tajumbina	139
Figura 58. Zona de deslizamiento en la vereda La Palma.....	140
Figura 59. Pantano de Santo Domingo. Fuente.....	141
Figura 60. Mapa uso actual de la tierra.	146
Figura 61 Mapa de capacidad de uso de la tierra de la microcuenca río Tajumbina.	158
Figura 62. Mapa de conflictos de uso de la tierra en la microcuenca río Tajumbina.....	167

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Distribución del área total de la microcuenca por veredas.	34
Tabla 2. Grados de pendiente y tipos de laderas	83
Tabla 3. Rangos de pendiente y tipos de relieve	101
Tabla 4. Área total y numero de veredas que conforman la microcuenca.	111
Tabla 5. Población Total según corregimientos y veredas de la microcuenca.....	111
Tabla 6. Coberturas de territorios artificializados.....	123
Tabla 7. Coberturas de territorios agrícolas.	125
Tabla 8. Coberturas de bosques y áreas seminaturales.	132
Tabla 9. Coberturas de áreas húmedas	140
Tabla 10. Tipos de uso actual y área.	142
Tabla 11. Clases y sub clases de capacidad de uso de la tierra en la microcuenca río	
Tajumbina	150
Tabla 12. Matriz de decisión de conflictos de uso de la tierra.	161
Tabla 13. Tipos de conflicto de uso de la tierra y área ocupada.	162

Lista de Anexos

[Archivos adjuntos pdf]

- Anexo 1. Mapa base microcuenca río Tajumbina
- Anexo 2. Mapa de unidades geológicas, microcuenca río Tajumbina
- Anexo 3. Mapa de unidades geomorfológicas, microcuenca río Tajumbina
- Anexo 4. Mapa de unidades de suelos, microcuenca río Tajumbina
- Anexo 5. Mapa de cobertura de la tierra, microcuenca río Tajumbina. Año 2018
- Anexo 6. mapa de uso actual de la tierra, microcuenca río Tajumbina
- Anexo 7. Mapa de capacidad de uso de la tierra, microcuenca río Tajumbina
- Anexo 8. Mapa de conflictos de uso de la tierra, microcuenca río Tajumbina
- Anexo 9. Formato de encuesta, aspectos socioeconomicos

Resumen

El manejo no planificado de la relación uso-tierra, ha configurado diversos problemas ambientales, donde se han visto afectados importantes ecosistemas y se ha comprometido el bienestar de la comunidad.

De esta manera, la investigación a partir de la cual se estructuró este resumen, aborda la problemática relacionada con el uso inadecuado de la tierra en la microcuenca del río Tajumbina, localizada en el municipio de La Cruz, al nororiente del departamento de Nariño en Colombia. El objetivo central consiste en, determinar los conflictos de uso de la tierra relacionados con las actividades productivas, y para esto se establecieron cuatro objetivos específicos: 1) Describir las condiciones físicas y socioeconómicas del área, 2) Caracterizar la cobertura y uso actual de la tierra, 3) Establecer el uso potencial de la tierra, y 4) Identificar los conflictos de uso de la tierra asociados a las actividades productivas.

Correlacionado la información dispuesta en los componentes físico y social, utilizando para ello los insumos metodológicos correspondientes, se elaboró la matriz de decisión, que, en conjunto con las herramientas de los sistemas de información geográfica, permitió contrastar las unidades pertinentes para la determinación de los conflictos. De esta forma se identificaron amplias extensiones de la microcuenca, donde los conflictos de uso por subutilización y sobreutilización, en diferentes grados de intensidad, están incidiendo en el deterioro de la capacidad productiva de los suelos y en el aprovechamiento óptimo de los recursos, afectando a los sistemas productivos y procesos sociales que en la microcuenca se desarrollan, así como las cualidades y funciones ecológicas de las tierras que directa o indirectamente reciben su influencia.

Palabras clave: cobertura de la tierra, uso del suelo, uso potencial, conflictos de uso.

Abstract

The unplanned management of the land-use relation has configured various environmental problems, where important ecosystems have been affected and welfare of the community has been compromised.

In this way, the investigation from which this summary was structured, addresses the problems related to the inappropriate use of land in the Tajumbina river micro-basin, located in the municipality of La Cruz, northeast of the department of Nariño in Colombia. The main objective is to determine the conflicts of land use related to productive activities, and for this four specific objectives were established: 1) Describe the physical and socioeconomic conditions of the area, 2) Characterize the current coverage and use of the land, 3) Establish the potential use of the land, and 4) Identify conflicts of land use associated with productive activities.

Correlating the information provided in the physical and social components, using the corresponding methodological inputs, the decision matrix was elaborated, which, together with the tools of the geographic information systems, allowed comparing the pertinent units for the determination of the conflicts. In this way, large extensions of the micro-basin were identified, where conflicts of use due to underutilization and overuse, in different degrees of intensity, are affecting the deterioration of the productive capacity of the soils and the optimal use of resources, affecting the productive systems and social processes that develop in the micro-basin, as well as the ecological qualities and functions of the lands that directly or indirectly receive their influence.

Keywords: land cover, land use, potential use, conflicts of use.

Introducción

Los procesos y continuos cambios que rigen la relación entre el componente social y el natural, han suscitado diferentes alteraciones en las dinámicas ambientales, que se manifiestan en el estado de los recursos naturales y los sistemas actuales de uso de la tierra y niveles de producción.

En este contexto, los conflictos de uso de la tierra, resultantes de la discrepancia entre el uso que el ser humano da al medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus potencialidades y restricciones ambientales, constituyen una de las alteraciones principales.

Tal como lo evidencian algunos estudios sobre suelos del país, los cuales indican que amplias extensiones se utilizan en actividades que superan su oferta ambiental o que por el contrario no la aprovechan debidamente, estas actividades conducen en muchos casos a su degradación o a que no se alcancen los niveles productivos que el país y la sociedad requieren.

En la microcuenca del río Tajumbina, se evidencia la situación anteriormente expuesta, donde la conjunción de factores de carácter físico y social configuran una problemática ambiental, caracterizada por el uso inadecuado de la tierra y los elementos naturales que en esta convergen; lo que se traduce en un detrimento de los recursos y un desmejoramiento en la calidad de vida de la población.

De esta forma, a través del estudio y descripción de los principales elementos que conforman la microcuenca, teniendo en cuenta las características físicas y sociales que inciden en el establecimiento de determinadas prácticas de uso de la tierra; fue posible la determinación de las limitaciones y potencialidades, en términos ambientales y económicos de la zona. Así mismo, de la comparación de estos dos grupos de unidades, resultó la definición de los diferentes tipos de conflictos y sus respectivos niveles de intensidad, que acompañado de la representación

cartográfica a escala 1:25000, presenta un análisis acertado de la situación actual, resaltando los conflictos de uso y sus causas principales.

Esta investigación se encuentra adscrita al grupo de investigación en Geografía Física y Problemas Ambientales TERRA, dirigido por el profesor Germán Narváez; y de acuerdo a las líneas de investigación determinadas en el programa de Geografía, está definida dentro de la línea “problemáticas y evaluación ambiental”.

1. Problema de investigación

1.1. Formulación del problema

¿Cuáles son los conflictos de uso de la tierra asociados a las actividades productivas en la microcuenca del río Tajumbina?

1.2. Descripción del problema

Partiendo de la premisa, de que los conflictos de uso de la tierra se originan a partir de la diferencia o no correspondencia entre el uso actual y la capacidad de uso o uso compatible, se plantean algunas relaciones que inciden en su conformación.

Las causas de los conflictos de uso pueden ser diversas, sobresaliendo la desigualdad en la distribución de las tierras, el predominio de intereses particulares sobre los intereses colectivos y el manejo no planificado de la relación uso-tierra en una determinada región.

A nivel nacional, las dimensiones de los conflictos de uso de la tierra se ven expuestas en algunos de los estudios elaborados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC, donde se señala que aproximadamente el 30% del territorio nacional se encuentra sometido a un uso inadecuado, que bajo la conjunción de las áreas subutilizadas y sobreutilizadas conforman un total de 32.794.398 ha (IGAC-CORPOICA, 2001).

En la cuenca del río Mayo, según la Corporación Autónoma Regional de Nariño y la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CORPONARIÑO y CONIF, 2009) alrededor del 60% de los suelos dedicados a la agricultura, presentan evidencias de degradación y alteración de sus condiciones físicas, químicas y biológicas que originan bajas producciones a los agricultores. Este acelerado proceso de deterioro se puede explicar por el conflicto de uso de la tierra, el uso irracional de agroquímicos y la rotación inadecuada de cultivos.

En la microcuenca del río Tajumbina, se evidencian problemas ambientales asociados principalmente al mal uso y manejo de los recursos naturales; en este sentido se han visto afectados importantes ecosistemas y se ha comprometido la calidad y disponibilidad de los recursos y el bienestar de la comunidad. Problemas como el avance de la frontera agrícola, deforestación, presencia de cultivos en zonas de fuerte pendiente y el establecimiento de actividades agrícolas y pecuarias en áreas de bosque; causan procesos acelerados de degradación del suelo, baja productividad agrícola, pérdida de biodiversidad, disminución en la oferta de alimentos y escasez de empleo principalmente. Al respecto, La Alcaldía Municipal de La Cruz (2012-2015) en su Plan de Desarrollo, afirma que los problemas en la dimensión ambiental del municipio radican en la baja capacitación y educación ambiental, así como la baja asistencia técnica a los productores. De igual forma se plantean falencias en la articulación interinstitucional y comunitaria, que no permiten avanzar en el desarrollo de los planes de educación y manejo ambiental.

Las consecuencias de los conflictos de uso, se reflejan en graves alteraciones a la composición natural de los recursos, afectando a los sistemas productivos y procesos sociales que en la microcuenca se desarrollan, así como las cualidades y funciones ecológicas de las tierras que directa o indirectamente reciben su influencia.

2. Justificación

Problemas como la escasa información existente sobre la microcuenca del río Tajumbina, así como la disminución paulatina y agotamiento de los recursos naturales; comprometen seriamente las oportunidades de desarrollo y calidad de vida de las comunidades urbanas y rurales de la zona; lo cual plantea la necesidad de desarrollar diferentes investigaciones, desde un enfoque integral, abogando por el desarrollo social y el cuidado ambiental.

Si bien en los diferentes procesos de ordenamiento territorial del municipio de La Cruz y de la cuenca del río Mayo se hacen evidentes y se describen las problemáticas ambientales, las acciones encaminadas a su solución son escasas y poco contundentes, pues la persistencia de dichos problemas así lo confirman; esto, en términos generales se debe a la baja aplicabilidad y a la desactualización de los procesos de planificación. Con lo cual se agudizan los problemas ambientales y se advierten fuertes repercusiones en los sistemas sociales y económicos de la región. En este sentido la caracterización social y física de la microcuenca, aporta información actual y detallada, fundamental para la formulación de las políticas de planificación territorial y ambiental.

Por otro lado, entendiendo que las actividades productivas de la microcuenca se encuentran representadas principalmente por la agricultura y la ganadería, y que su desarrollo no atiende ningún parámetro técnico que permita utilizar el suelo de forma eficiente y garantizar mejoras en los procesos productivos; la descripción de las unidades de suelos, de la cobertura y el uso actual de la tierra, representan una actividad clave para el mejoramiento de los sistemas productivos, al mismo tiempo que se propende por la conservación y el mejoramiento ambiental.

De esta forma, la información resultante de esta investigación, busca aportar principalmente a la planificación del territorio y a la gestión integral de sus recursos, lo cual servirá de referente a

las autoridades de carácter municipal y ambiental en la toma de decisiones; buscando el mejoramiento de la calidad de vida de la población y minimizando el impacto generado por las actividades productivas desarrolladas en la microcuenca.

Otro aspecto a destacar dentro de la investigación, corresponde a la generación de conocimiento, al establecimiento de relaciones entre las diferentes variables que afectan e inciden en el problema estudiado y a la identificación de alternativas de solución, buscando contribuir de esta forma a la ciencia geográfica y al desarrollo social de la comunidad involucrada.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se evidencia la necesidad de formular y desarrollar proyectos e investigaciones facilitando un espacio de conocimiento y análisis sobre la situación actual del territorio, con el fin de buscar alternativas y soluciones pertinentes, propendiendo por el uso y manejo adecuado de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

- Determinar los conflictos de uso de la tierra asociados a las actividades productivas en la microcuenca del río Tajumbina.

3.2. Objetivos Específicos

- Describir las condiciones físicas y socioeconómicas de la microcuenca.
- Caracterizar la cobertura y uso actual de la tierra en la microcuenca.
- Establecer la capacidad de uso de la tierra en la microcuenca.
- Identificar los conflictos de uso de la tierra asociados a las actividades productivas.

4. Antecedentes

Los problemas relacionados con el conflicto de uso de la tierra han tenido cabida en diferentes contextos, sobre todo en aquellas regiones en vía de desarrollo, donde los procesos de planificación del territorio y el acompañamiento a los productores aún son incipientes.

De esta forma tal como lo evidencia el estudio elaborado en el Cantón de Santa Elena (Ecuador), la correlación de las variables física y social, permitió identificar las unidades cartográficas en conflicto, tomando como enfoque principal, la determinación de la capacidad de uso de la tierra. En consecuencia, se planteó una propuesta de ordenamiento territorial que propende por el cuidado ambiental, al mismo tiempo que se aboga por el desarrollo social. (Cruz, 2014). En una dirección similar, fundamentado en los lineamientos, del sistema de evaluación de capacidades de uso categóricos, clases agrologicas, del departamento de agricultura de los estados unidos USDA. el estudio sobre clasificación y uso de suelo, en la región de Choco-Ecuador, permitió definir las directrices para orientar la utilización adecuada de los recursos naturales (ECOCIENCIA, 1998).

De igual forma, las áreas protegidas también han sido objeto de estudio, ya que los intereses contrapuestos entre los objetivos conservacionistas y las actividades económicas, han configurado conflictos de uso por divergencia, como es el caso del parque nacional Sierra Nevada, Mérida-Venezuela (Bonilla, Rangel, Angnes, Santiago, & Velasquez, 2009).

Por otra parte, la construcción del sub modelo de conflictos de uso del departamento de Cajamarca-Bolivia, en base a técnicas de modelamiento espacial, advierte la necesidad de espacializar y caracterizar los conflictos, para el diseño de estrategias de intervención rural, de acuerdo a criterios de vocación y aptitud natural (Gobierno regional de Cajamarca, 2011).

Desde otra perspectiva, el estudio de la provincia Alto Amazonas (Perú), amplía la gama de conflictos, al demostrar que existen espacios en uso en concordancia con su vocación, pero con problemas ambientales por el mal manejo de esos recursos, así como conflictos entre las actividades sociales, económicas y con el patrimonio cultural (Alvarez & Jarama, 2015).

Otro referente a nivel internacional, es el estudio realizado en el departamento de Cochabamba (Bolivia), donde se considera la adopción de los usos potenciales identificados, en función del impacto social y económico que este proceso podría implicar (Banco Interamericano de Desarrollo y Gobierno de Bolivia, 1999).

A nivel nacional, algunos de los estudios más importantes sobre conflicto de uso de la tierra, corresponden a los realizados en el año 1987 por el IGAC y el efectuado en 2002 por IGAC y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), en los cuales se utilizaron diferentes criterios para establecer las categorías de uso. (Leon, 2007). Más recientemente el IGAC en el año 2012, junto con diferentes entidades colaboradoras entregaron el estudio de los conflictos de uso del territorio colombiano a escala 1:100.000, donde se evidencian los principales problemas en los sectores agrícola, ganadero y forestal.

La UPRA en su esfuerzo por definir los lineamientos del desarrollo rural, ha estudiado los conflictos de uso de la tierra, y de esta forma se han vislumbrado profundas falencias en el ámbito nacional, asociadas a la desarticulación entre las políticas ambientales y las del ordenamiento territorial, así como la insuficiente relevancia al componente rural. (UPRA, 2014). Así mismo, se reconoce que el territorio está sujeto a constantes cambios, transformaciones y a un uso no planificado de los recursos naturales, donde en muchos casos los usos del suelo no siguen ningún tipo de parámetro de conservación que se fundamente en el desarrollo sostenible (Monroy & Jimenez, 2016).

En algunos sectores del país, se analiza si la inserción de determinados tipos de cultivo, han incluido el desplazamiento de usos más adecuados de la tierra, o la ocupación de áreas que pueden poseer algún nivel de vulnerabilidad o fragilidad (Lopez, 2010).

Por otra parte, dada la importancia de los procesos geomorfológicos en la conformación y distribución de los suelos, se tiene en cuenta la propuesta metodológica de Antonio Flórez, la cual permite clasificar el territorio de acuerdo a las características de relieve, modelado y procesos morfogénicos (Flórez, 2003).

En el contexto regional, se resalta el denominado “Estudio geográfico del volcán Doña Juana y su área adyacente, una perspectiva ambiental”, donde se analizan los diversos procesos socio-espaciales de la zona, en base a la obtención e integración de información físico biótica, socioeconómica e histórica, que permite comprender la problemática socio-ambiental del área y la pertinencia de las propuestas de manejo definidas a través de la zonificación de unidades de paisaje (Narvaez, 1998).

De igual forma, en algunos ecosistemas estratégicos, se distinguen disparidades entre el componente físico y sociocultural, donde los cambios de uso del suelo representados por el avance de la frontera agropecuaria principalmente, alteran las dinámicas ambientales. (IAVH y Universidad de Nariño, 2015).

Dentro de los referentes regionales se enmarca, La formulación del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Mayo, el cual busca mantener y mejorar las condiciones de oferta, de los recursos naturales y del ambiente a través del conocimiento de las características del patrimonio ambiental y la intervención antrópica que afecta la cuenca (CORPONARIÑO y CONIF, 2009).

Como uno de los elementos principales, que pretenden conciliar los intereses de las actividades productivas con la necesidad de proteger el medio ambiente, el “Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Nariño”, presenta la información del componente edáfico y su distribución en el paisaje nariñense, buscando de esta forma apoyar los procesos de ordenamiento territorial. (IGAC, 2004).

Finalmente se relaciona el estudio desarrollado en la microcuenca Pachindo, La Florida-Nariño, donde los conflictos de uso de la tierra señalan altas tasas de deforestación y uso inadecuado del suelo, originado alteraciones en el régimen hídrico y pérdida de biodiversidad. Donde se hace evidente que las implementaciones de procesos productivos no son acordes con las características y capacidades del suelo (Aldemar & Valenzuela, 2011).

5. Descripción del área de estudio

La microcuenca del río Tajumbina se encuentra ubicada en el municipio de La Cruz, situado a su vez al nororiente del departamento de Nariño. Limita al norte con el corregimiento de Escandoy, al occidente con el corregimiento de La Estancia, al suroccidente con el municipio de San Bernardo, al sur con el municipio de El Tablón de Gómez y al sur y suroriente con el municipio de Santa Rosa (Cauca). (Ver figura 1).

La microcuenca cuenta con un área aproximada de 5.700 ha, lo cual representa el 6,7% del total del área del río Mayo y el 24,7% del área total del municipio de la Cruz, su cauce principal tiene una longitud de 15,5 Km y una dirección predominante sureste – noroeste, su cota mayor es de 4150 msnm y su cota menor de 2050 msnm; 109 cauces depositan su aguas en el cauce principal los cuales tienen una longitud total de 123 km (CORPONARIÑO y CONIF, 2009).

La mayor parte de la microcuenca se encuentra en al área correspondiente al corregimiento de Tajumbina, el cual cuenta con cinco veredas, sin embargo, también hacen parte algunas veredas de otros corregimientos como lo son: La Estancia, Alto de Ledezma y Loma Alta, correspondientes al corregimiento de La Estancia y las veredas La Vega y Las Ánimas que pertenecen al corregimiento de Escandoy; en la siguiente tabla se puede observar la distribución por veredas de la microcuenca.

Tabla 1.

Distribución del área total de la microcuenca por veredas.

Veredas	Área (Ha)
Tajumbina	186,7
La Ciénaga	1.965,7
La Palma	1.813,7
El Placer	91,7
El Salado	65,8
Las Ánimas	1090,1
La Vega	52,1
Loma Alta	102,6
La Estancia	23,7
Alto de Ledezma	305,8
Total	5.697,9

Nota: Tomado de (IAVH y Universidad de Nariño, 2015) y (Alcaldía Municipal de La Cruz, 2016-2019)

Entre las principales actividades económicas de la microcuenca se encuentran la producción agrícola, destacando los cultivos de papa, maíz, cebolla, arveja, entre otros; estos cultivos se realizan en minifundios; además, también se desarrolla la ganadería y la minería a pequeña escala.

En el siguiente mapa se delimita el área correspondiente a la microcuenca y su ubicación respecto al municipio, donde es posible observar las principales corrientes hídricas afluentes del río Tajumbina, la red vial que conecta el corregimiento con la cabecera municipal de La Cruz y el resto del departamento de Nariño y los principales centros poblados.

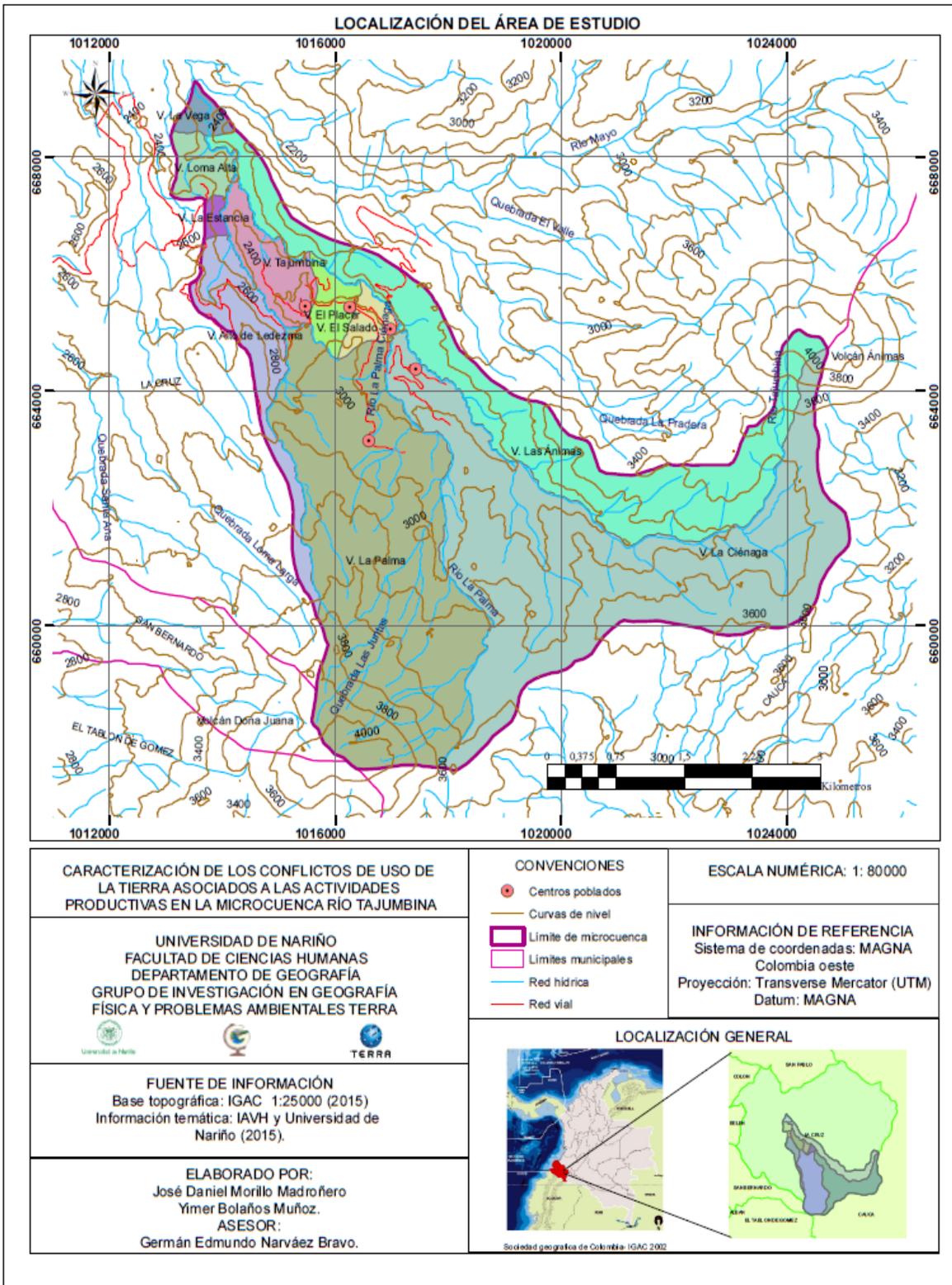


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.

6. Marco conceptual

Entender los conflictos de uso de la tierra, implica el conocimiento de cada una de las variables que se interrelacionan en su configuración, por tal razón la definición y concepción clara de cada uno de los elementos involucrados representa una importante actividad que asegura el manejo y desarrollo adecuado de la investigación.

En este orden de ideas, los siguientes, son los conceptos que se consideran importantes para el sustento de este estudio, puesto que guardan estrecha relación con el problema de investigación y permiten comprender mejor la dinámica asociada al conflicto de uso de la tierra.

6.1. Cobertura y uso de la tierra

La tierra se presenta como un elemento natural, donde la conjunción de diversos procesos tanto de origen natural como social, determinan y configuran su estructura, resaltándose principalmente el contexto histórico de transformación, asociado a la actividad humana y los cambios inherentes a su evolución (FAO-UNEP, 2000).

En cuanto a la cobertura, en una breve definición, Melo, como se citó en (IGAC, 2005), explica que la cobertura comprende los atributos de la tierra, los cuales por estar localizados sobre esta ocupan una porción de su superficie. De igual forma, se determina que la cobertura puede originarse de ambientes naturales producto de la evolución ecológica, como por ejemplo: bosques, sabanas, lagunas, entre otros; o a partir de ambientes artificiales creados y mantenidos por el ser humano, para obtener diferentes beneficios de los mismos.

Por otro lado, debido a que en muchas ocasiones los términos uso y cobertura se utilizan indiscriminadamente conllevando consigo a errores en el procesamiento e identificación de este tipo de información, se han planteado definiciones más precisas. En este sentido (FAO, 2005), argumenta que cuando se remite pura y estrictamente a la cobertura de la tierra, debería estar

restringido a la descripción de la vegetación y elementos antrópicos. Consiguientemente, áreas donde la superficie terrestre consiste en afloramientos rocosos o suelo desnudo están describiendo la tierra propiamente y no la cobertura de la tierra. Así mismo, es discutible si debiésemos considerar realmente a los cuerpos de agua como cobertura de la tierra. Sin embargo, en la práctica, la comunidad científica usualmente incluye a estos elementos dentro el término cobertura de la tierra.

Al respecto se han diseñado diferentes metodologías que buscan realizar de forma precisa el inventario de la cobertura de la tierra. Una de las más aplicadas a nivel nacional, es la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1: 100.000, la cual permite caracterizar las coberturas naturales y antropizadas presentes en el territorio. Para tal propósito se definen 5 unidades de cobertura de la tierra de la siguiente manera: territorios artificializados, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua. (IDEAM, 2010).

En concordancia con estos planteamientos, se podría añadir que la cobertura hace referencia a las diferentes representaciones espaciales que cubren una determinada área, las cuales además pueden ser definidas dentro de unas unidades de clasificación, caracterizadas por atributos homogéneos, entendiendo que dichas representaciones pueden tener un carácter natural o antrópico.

El termino, uso de la tierra, evoca las diferentes actividades a que es sometido este recurso, por parte del ser humano, identificado como el principal agente de apropiación y transformación. Vinck, como se citó en IGAC (2005), afirma:

“La configuración de los usos de la tierra, se dan en función de dos aspectos principales; el espacio físico que es objeto de uso y transformación, teniendo en cuenta las diferentes variables

físico–naturales que condicionan el establecimiento de unas determinadas conductas de uso y por otro lado los aspectos meramente sociales, donde se generan las necesidades ya sean materiales o espirituales.”

De esta forma, desde una perspectiva integral, el uso de la tierra. “Es el resultado de la interacción del hombre y su entorno con la finalidad de satisfacer sus necesidades, en un momento dado, por tanto, está estrechamente relacionado con el clima, pendiente, suelos y la actividad humana, generándose un mosaico de usos. De allí que su análisis resulte primordial en un estudio de uso potencial, logrando visualizar conflictos y conformidades, que se traducen en limitantes y potencialidades” (Garnica, 2005).

Teniendo en cuenta los anteriores conceptos, se considera que uso de la tierra se refiere al empleo, utilización u ocupación del ser humano en un periodo y lugar determinado de la superficie terrestre, con el fin de satisfacer sus necesidades y obtener diferentes beneficios; lo cual estará determinado, por un lado, por las características socioeconómicas, culturales e históricas de una sociedad y por otro, por las condiciones naturales del medio como, por ejemplo: el clima, pendiente, suelos, hidrología, entre otros. Aspectos que deben ser estudiados para determinar las potencialidades y limitaciones con el fin de desarrollar un adecuado uso y manejo de los recursos naturales.

6.2. Capacidad de uso de la tierra.

Para (Klingebl, 1961), capacidad de uso de la tierra se refiere a. “Determinación en términos físicos, del soporte que tiene una unidad de tierra de ser utilizada para determinados usos o coberturas y/o tratamientos. Generalmente se basa en el principio de la máxima intensidad de uso soportable sin causar deterioro físico del suelo.

En este orden de ideas se señala que la capacidad de la tierra está determinada por sus características las cuales pueden generar restricciones para el desarrollo de actividades agropecuarias o forestales y dependiendo de estas características se establece el uso que la tierra es capaz de resistir sin que el suelo y el recurso hídrico sufran deterioro, dependiendo esto de las costumbres humanas que al final determinan la existencia de una necesidad de uso (López, 2010).

Por otro lado, la vocación actual de uso de las tierras, es empleada para referirse a la clase mayor de uso que una unidad de tierra está en capacidad natural de soportar con características de sostenibilidad, evaluada sobre una base biofísica, sin tener en cuenta las circunstancias socioeconómicas locales, propias de cada zona agroecológica (IGAC y CORPOICA, 2002).

De esta forma en base a los conceptos expuestos, se considera que la capacidad de uso de la tierra se refiere a la máxima intensidad de usos, coberturas y/o tratamientos que una unidad de tierra puede soportar, sin causarle deterioro ni daños al medio físico-natural; lo cual estará condicionado por las características físicas de un lugar determinado, generando así limitaciones y potencialidades de usos, que estarán relacionados con las circunstancias socioeconómicas locales. Es por eso que conocer adecuadamente la capacidad de uso de la tierra es muy importante, pues ello hace posible la generación de un proceso planificado de aprovechamiento de los recursos, que cuente con un apropiado inventario de las características físico naturales de una zona, para de esta manera determinar los usos a los que se la podría someter. En conclusión el objetivo fundamental se centra en que las diferentes actividades productivas no solo se lleven a cabo a efecto en tierras con esas aptitudes si no que se desarrollen sin degradarse (IGAC, 2007).

6.3. Conflicto de uso de la tierra.

De acuerdo con Swenson (1998), los conflictos de uso de la tierra se presentan en los lugares donde el uso actual no coincide con las recomendaciones del uso potencial. Se pueden presentar conflictos por sobreutilización o subutilización. Entendiendo que un área subutilizada es aquella que, teniendo una potencialidad para un uso agrícola determinado, o bien no existe ninguno o, si existe, no alcanza la intensidad permitida. Por otro lado, un área sobre utilizada es la que, teniendo una potencialidad limitada en la agricultura o ninguna potencialidad, se encuentra bajo usos agrícolas demasiado intensivos. Agregando además que, a través de la comparación del mapa de uso actual y uso potencial, es posible la identificación de dichos conflictos.

De forma diferente y adoptando un enfoque más económico, los conflictos de uso de la tierra, resultan de la identificación de la potencialidad de cada unidad de tierra, y su contrastación con el uso actual. Donde los conflictos de uso son traducidos en áreas subutilizadas y áreas sobreutilizadas; la primera es indicador de pobreza y la segunda señala degradación del recurso (Garnica, 2005).

Tal como lo establece (Polanco, 2009), de la tensión entre el desarrollo socioeconómico y la protección ambiental, surgen conflictos de uso de la tierra. El autor expone la posibilidad de que los conflictos de uso y sus intensidades aumenten en los puntos débiles del territorio, donde el nivel de desarrollo socioeconómico aumenta y el de protección ambiental disminuye. Pero es también posible que los conflictos de uso y sus intensidades disminuyan en los puntos fuertes del territorio, donde el nivel de desarrollo socioeconómico disminuye y la protección ambiental aumenta.

En este sentido el IGAC (2012), presenta un concepto que integra diferentes aspectos, donde define que “los conflictos de uso resultan de la discrepancia entre el uso que hace el ser humano

del medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus potencialidades y restricciones ambientales (ecológicas, culturales, sociales y económicas)”. Así mismo añade que los conflictos también se pueden definir por el grado de armonía que existe entre la conservación de la oferta ambiental y el desarrollo sostenible del territorio.

De acuerdo a los conceptos tratados anteriormente, se considera que los conflictos de uso de la tierra, se presentan cuando existe discordancia entre el uso que debería tener el medio natural y el uso al que está expuesto actualmente por las actividades humanas, en un lugar y momento determinado, de acuerdo a sus características físico-naturales y socioeconómicas. En este sentido se hace necesario identificar la potencialidad de uso para cada unidad de tierra, con el fin de determinar si el uso actual está acorde, o no, a estas potencialidades, lo cual permitiría desarrollar estrategias encaminadas hacia el adecuado aprovechamiento, la conservación y recuperación de los recursos.

6.4. Problemática ambiental.

Los problemas ambientales son alteraciones originadas por actividades humanas o condiciones naturales del medio, que deben ser solucionados con el fin de alcanzar una mejor calidad de vida sin generar daños en el medio natural. El concepto de problemática ambiental ha estado ligado preponderantemente con las perturbaciones y afectaciones causadas en el entorno natural por los procesos y actividades humanas (Kopta, 1999). En este sentido se evidencia que, a lo largo de la historia de la humanidad, las sociedades han introducido modificaciones de diferente grado sobre el medio, al obtener de este los recursos necesarios para su subsistencia.

Para Muriel (2005), las causas de la problemática ambiental se pueden resumir en dos puntos principales. El primero de ellos concierne a la tendencia de la sociedad a elevar su nivel y calidad de vida, venciendo en lo posible limitaciones naturales, sociales y espacio-temporales,

generando la disminución de la vida útil de los bienes en aras de hacer crecer la producción y el consumo. El segundo punto dado en función de la divergencia entre la estabilidad y limitación del mundo natural y la infinidad de necesidades sociales, lo que deriva en un choque de los subsistemas socioeconómico y cultural con el subsistema planetario.

En este sentido es posible identificar diversos factores que han generado profundas alteraciones a los procesos naturales, los cuales han estado marcados por hechos históricos que han determinado la forma en que se conciben el medio físico-natural y los recursos naturales que lo configuran. Uno de los principales factores está relacionado con el crecimiento económico ya que simultáneamente, la humanidad presenta unas tasas de crecimiento poblacional, lo que genera un incremento en la demanda sobre los recursos naturales, tal como lo subraya IDEAM, citado por (CORPONARIÑO y Universidad de Nariño, 2007). A través de la historia de la humanidad la problemática ambiental se origina en la relación existente entre la escasez de recursos naturales y el crecimiento poblacional. El crecimiento de la población genera una excesiva demanda de recursos naturales en la producción industrial, mayor cantidad de tierra para producir, demanda energética, entre otros. En conclusión, la problemática ambiental se refiere a las alteraciones generadas en el medio natural, las cuales son causadas por las actividades desarrolladas por el ser humano en su afán por obtener diferentes beneficios y satisfacer sus necesidades.

7. Marco Legal.

El presente marco legal está constituido por todas aquellas leyes, decretos y demás normas que tienen estrecha relación con el tema de estudio, en este caso los conflictos de uso de la tierra en la microcuenca río Tajumbina; ya que le dan soporte legal al desarrollo de esta investigación. Entre otras, las siguientes son las normas más relevantes:

Decreto 2811 de 1974. Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

La importancia de esta norma para la investigación, radica en la ponderación del suelo, como un recurso que posee ciertas limitaciones y potencialidades y que por lo tanto su uso debe restringirse de acuerdo a ciertas medidas de manejo que propendan por un aprovechamiento eficiente y aseguren su conservación. Los siguientes son algunos apartados importantes que hacen alusión a esta función.

Artículo 178. “Los suelos del territorio nacional deberán usarse de acuerdo a sus condiciones y factores constitutivos. Se determinará el uso potencial de los suelos según los factores físicos, ecológicos y socioeconómicos de la región. Según dichos factores también se clasificarán los suelos”.

Artículo 179. “El aprovechamiento de los suelos deberá efectuarse en forma de mantener su integridad física y su capacidad productora. En la utilización de los suelos se aplicarán normas técnicas de manejo para evitar su pérdida o degradación, lograr su recuperación y asegurar su conservación”.

Ley 388 de 1997. Por medio de la cual se reglamenta la formulación del plan de ordenamiento territorial para cada municipio, el cual debe tener en cuenta ciertos principios que tienen como fin la conservación, uso sostenible de los recursos y el ordenamiento del territorio,

bajo el marco del desarrollo sostenible.

De forma específica se adjuntan un artículo, que sustenta la importancia de la correcta ordenación del territorio y que además presenta criterios determinantes para la clasificación y jerarquización del espacio en función de las características propias de cada región.

Artículo 30. “Clases de suelo. Los planes de ordenamiento territorial clasificarán el territorio de los municipios y distritos en suelo urbano, rural y de expansión urbana. Al interior de estas clases podrán establecerse las categorías de suburbano y de protección, de conformidad con los criterios generales establecidos”.

8. Metodología.

El presente estudio de acuerdo a las líneas de investigación determinadas en el programa de Geografía, está definido dentro la línea “problemáticas y evaluación ambiental” y se encuentra adscrito a los estudios que adelanta el Grupo de Investigación en Geografía Física y Problemas Ambientales TERRA del departamento de Geografía, dirigido por el profesor Germán Edmundo Narváez Bravo.

Para su desarrollo se realizó una investigación de tipo descriptiva - analítica, combinando los métodos cualitativos y cuantitativos con el fin de buscar, registrar, analizar e interpretar los datos obtenidos para adquirir conocimiento detallado de los principales aspectos relacionados con la problemática a estudiar, teniendo en cuenta la participación de personas que hacen parte la microcuenca río Tajumbina, lo que permitió la elaboración de recomendaciones encaminadas a mitigar la problemática asociada al conflicto de uso de la tierra.

Se establecieron cuatro fases principales, las cuales cuentan con una serie de actividades; también se realizaron diferentes salidas de campo para verificar y corregir la información obtenida en las diferentes fases con el fin de desarrollar adecuadamente los objetivos.

8.1 Fase 1: Recolección y revisión de información secundaria

Esta fase consistió en la exploración, reconocimiento, recolección y revisión de diferentes fuentes documentales que brindaron información sobre cada uno de los aspectos estudiados a lo largo de la investigación. Para ello fue necesario remitirse a la información existente en las diferentes instituciones, bibliotecas y páginas web acreditadas, donde se obtuvo documentos relacionados con los temas tratados. Para el desarrollo de esta fase se han establecido tres actividades principales.

8.1.1 Actividad 1. Recolección y revisión de referencias documentales.

Se recolectó y revisó documentos, accediendo a la información disponible en las principales bibliotecas del departamento como: Luis Ángel Arango (Banco de La Republica), Alberto Quijano (Universidad de Nariño); en las principales bibliotecas virtuales, bases de datos, páginas web acreditadas y en las alcaldías de los municipios de San Juan de Pasto y La Cruz; se tuvo en cuenta diferentes libros, revistas, gacetas y trabajos de investigación relacionados con los temas tratados a lo largo de la investigación. La información obtenida de los mismos sirvió para obtener conocimiento sobre las características físicas, socioeconómicas y los procesos de planificación que se han desarrollado en la zona, analizando principios técnicos y normativos.

8.1.2 Actividad 2. Recolección y revisión de cartografía básica y temática existente.

Esta actividad consistió específicamente en la recolección y revisión de cartografía en formato digital y análogo referente al área de estudio; la cartografía base a escala 1:25000 proveniente del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2015) se obtuvo gracias a la colaboración del Grupo Terra del departamento de Geografía de la Universidad de Nariño ya que facilitó el acceso a la información donde se resaltaron aspectos como curvas de nivel, fuentes hídricas, vías y asentamientos; para la obtención de cartografía temática que brindó información sobre las características y procesos físico-naturales y socio-culturales de la microcuenca (Geología, geomorfología, suelos, hidrografía, cobertura de servicios, entre otros), se procedió a consultar la información disponible en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Alcaldía Municipal de La Cruz, Alcaldía de Pasto, Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO), Servicio Geológico Colombiano (SGC), Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), entre otras fuentes.

8.1.3 Actividad 3. Selección y adquisición imágenes satelitales y otros productos de sensores remotos.

Consistió en la búsqueda, identificación, selección y adquisición de productos de sensores remotos y fotografías aéreas de la zona; en lo referente a imágenes satelitales, fueron obtenidas a través de la página web del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Para la presente investigación se trabajó con una imagen Landsat 8 del año 2017; las fotografías aéreas fueron obtenidas gracias a la colaboración del grupo TERRA que facilitó 5 fotografías aéreas (156-263, 156-264, 156-265, 156-266, 156-267) correspondiente a la línea de vuelo es C-2569 del año 1995; estas fotografías fueron adquiridas anteriormente a través del IGAC.

8.2. Fase 2: Procesamiento de la información y generación de productos preliminares

Con base en la información obtenida y analizada en la fase anterior, se procedió a la elaboración de la cartografía preliminar que fue realizada en base a la fotointerpretación y procesamiento tanto de las fotografías aéreas como de las imágenes satelitales; esta fase fue realizada para obtener una visión general de los principales aspectos estudiados (geomorfología, suelos, cobertura, uso actual, uso potencial y conflictos de uso de la tierra); y los productos cartográficos se realizaron utilizando como herramienta el software ArcGis 10.3. Esta fase fue realizada en ocho actividades principales.

8.2.1 Actividad 1. Elaboración del mapa topográfico.

Para la realización del mapa topográfico de la microcuenca, se utilizó la cartografía básica del IGAC a escala 1:25000 teniendo en cuenta la planchas 411 I A, 411 I B, 411 I C y 411 I D, este mapa fue el primer producto de esta investigación y tuvo en cuenta aspectos como división político administrativa, delimitación del área de estudio, curvas de nivel cada 100 metros, red vial, red hídrica y centros poblados.

8.2.2 Actividad 2. Elaboración de mapas de pendiente.

Los mapas de pendiente fueron el segundo producto de esta investigación, se elaboraron utilizando como insumo principal el DEM disponible la página web del USGS, el cual fue procesado en el software ArcGis 10.3, con el fin de corregir y rellenar los sumideros, eliminar los polígonos cuya área sea inferior al área mínima de mapeo (1,6 ha) y clasificarlas en rangos por grados (0-14, 14-30, 30-60, >60°) para la clasificación de algunas unidades geomorfológicas; y por porcentaje (1-3, 3-7, 7-12, 12-25, 25-50, 50-75, >75%) para la clasificación de las unidades de suelos.

8.2.3 Actividad 3. Elaboración del mapa geológico.

El análisis de la información geológica de la zona, se desarrolló en base a 3 estudios principales: “Estudio geográfico del volcán Doña Juana y su área adyacente, una perspectiva ambiental” (Narvaez, 1998). “Reconocimiento geológico regional de las planchas: 411 La Cruz, 412 San Juan de Villalobos, 430 Mocoa, 431 Piamonte, 448 Monopamba, 449 Orito, 465 Churuyaco, Departamento de Caquetá, Cauca, Huila Nariño Y Putumayo - Escala: 1:100000 memoria explicativa” (SGC, 2003), y el estudio titulado “Estratigrafía de los depósitos volcánicos y volcanoclásticos del sector San Pablo – La Cruz – Tajumbina, departamento de Nariño” (SGC y Univesidad de Caldas , 2007). Para la obtención del mapa geológico de la microcuenca fue necesario procesar los productos cartográficos de los anteriores estudios en el software ArcGis 10.3 y posteriormente se realizó su respectivo análisis y descripción.

8.2.4 Actividad 4. Elaboración del mapa preliminar geomorfológico.

Partiendo del análisis de las fotografías aéreas obtenidas a través del IGAC, utilizando como herramienta principal un estereoscopio de espejos, se procedió a realizar la fotointerpretación (Figura 2) con el fin de delimitar las unidades geomorfológicas de la microcuenca, la cuales se

clasificaron empleando la metodología titulada “Sistemas Morfogénicos del Territorio Colombiano, escala 1:500000” (IDEAM, 2010). Posteriormente se procedió a la elaboración del mapa preliminar geomorfológico mediante el software ArcGis 10.3, teniendo en cuenta el procesamiento de las fotografías aéreas y la digitalización de las unidades geomorfológicas observadas en la fotointerpretación,



Figura 2. Fotointerpretación de unidades geomorfológicas.

Fuente: esta investigación

8.2.5 Actividad 5. Elaboración del mapa preliminar de cobertura de la tierra.

Inicialmente comprendió el procesamiento y análisis de la imagen satelital Landsat 8, y su respectiva georreferenciación utilizando el software ArcGis 10.3. Posteriormente a través del software ERDAS 2015 se procedió a mejorar la calidad visual de la imagen, aumentando su resolución espacial de 30 a 15 m, y el ajuste de sus propiedades como: brillo, contraste, filtros de textura y color, y la selección de una combinación de bandas acorde con el procedimiento a realizar, en ese caso la combinación 6,5,2.

Después de obtener los resultados de los procesos anteriormente mencionados y partiendo del conocimiento previo de las coberturas de la microcuenca; en el software ArcGis 10.3, se realizó la clasificación no supervisada que consiste básicamente en la asignación de valores de forma automática a cada pixel teniendo en cuenta unas categorías de clasificación de coberturas definidas previamente. Posteriormente se realizó la clasificación supervisada mediante la toma de muestras a través de puntos a las coberturas observadas en la imagen Landsat 8, asignando cada pixel a categorías que representaban una cobertura en específico. Debido a que en la parte baja de la microcuenca la clasificación supervisada y no supervisada no arrojo información confiable por la baja resolución de la imagen (Figura 3), se tuvo en cuenta la imagen en línea disponible en ArcMap, que cuenta con una resolución aproximada de 30 cm, cuya fuente es DigitalGlobe y es de diciembre de 2015 (Figura 4).

Posteriormente se realizó la correspondiente digitalización de cada unidad de cobertura y su clasificación, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la “Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100000” (IDEAM, 2010), que establece cinco grupos principales de coberturas (territorios artificializados, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua); de los cuales se derivan unidades de cobertura que dependen del nivel de detalle del estudio y de las características de un territorio determinado, para el caso de este estudio, en algunas coberturas se llegó hasta nivel 6.

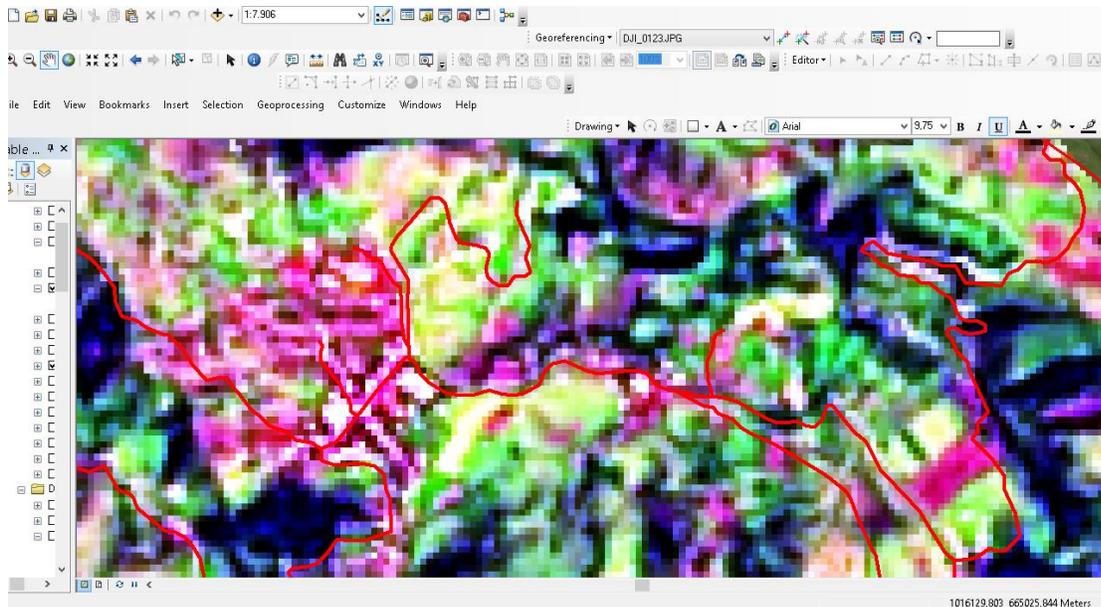


Figura 3. Imagen Landsat 8.

Fuente: (USGS, 2017).

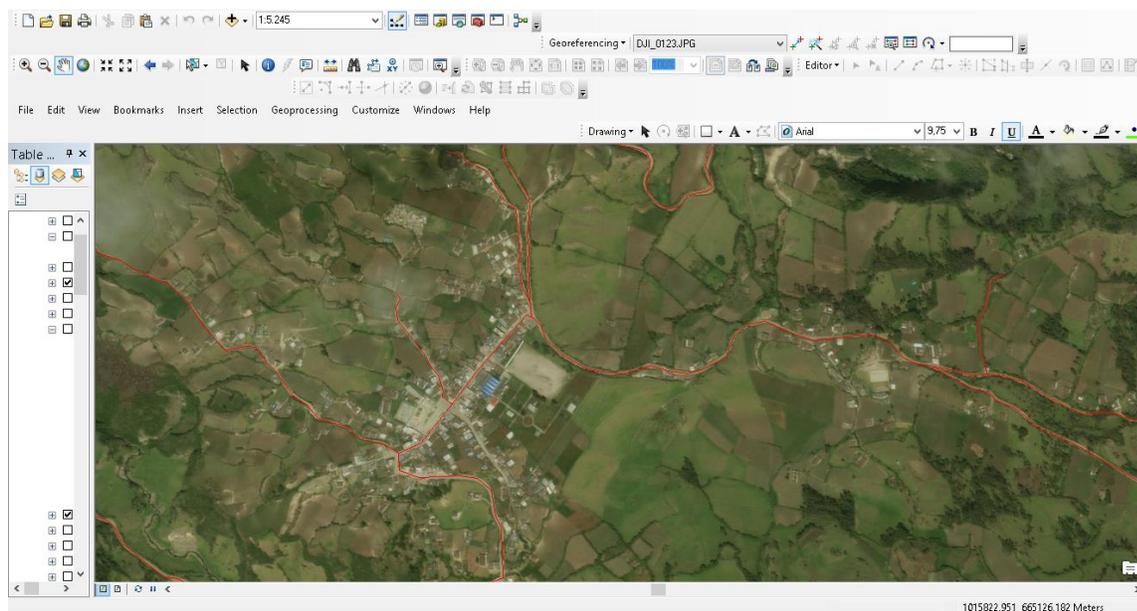


Figura 4. Imagen en línea, disponible en ArcMap.

Fuente: (DigitalGlobe, 2015).

8.2.6 Actividad 6. Elaboración del mapa preliminar de suelos.

Esta actividad se realizó mediante el análisis de información secundaria, principalmente el “Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Nariño” (IGAC, 2004),

en el que se hace una descripción de las propiedades físicas y químicas, de la génesis y taxonomía, y la capacidad de uso del suelo del departamento, los productos cartográficos de esta actividad fueron procesados en el software ArcGIS 10.3 y adaptados al área de estudio teniendo en cuenta el mapa geomorfológico; obteniendo de esta manera el mapa preliminar de suelos (Figura 5).

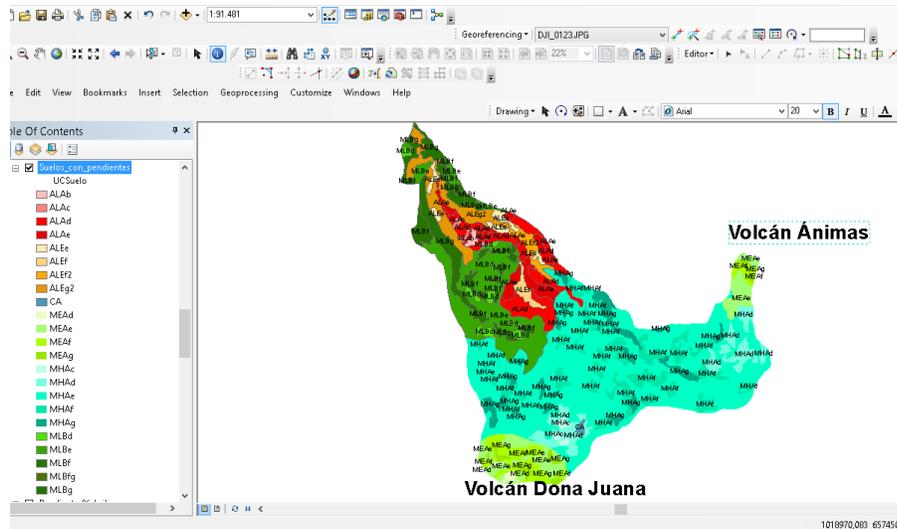


Figura 5. Elaboración de mapa preliminar de suelos.

8.2.7 Actividad 7. Procesamiento y análisis de las características climáticas de la zona.

Consistió en el procesamiento de la información climática facilitada por el grupo TERRA, cuya fuente es el IDEAM, de las estaciones meteorológicas que se encuentran cercanas al área de estudio, en este caso las estaciones de los municipios de La Cruz, San Bernardo y San Pablo. Para analizar las características climáticas se tuvo en cuenta los cambios entre los años 1981 y 2010 de las siguientes variables: precipitación, temperatura, brillo solar y humedad relativa; trabajando con los valores promedio de cada mes en el software Microsoft Excel 2010 con el fin de obtener gráficas que sirvieron para realizar el correspondiente análisis de las variables climáticas mencionadas.

8.2.8 Actividad 8. Elaboración de encuestas.

Se enfocó en la elaboración de un formato de encuestas con preguntas cerradas, con las que se buscó conocer las condiciones socioeconómicas de los habitantes de la microcuenca, teniendo en cuenta aspectos como: principales actividades económicas de la zona, nivel de ingresos de la población y conformación del núcleo familiar; además con la realización de esta encuesta se obtuvo información sobre los principales cultivos sembrados en la actualidad.

Para determinar la muestra representativa de los habitantes de la microcuenca se tuvo en cuenta la siguiente formula. (Aguilar, 2005).

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{E^2 (N - 1) + (Z^2 \times P \times Q)}$$

Dónde:

N = 1786, habitantes microcuenca río Tajumbina

Z = 1,96. Equivalente al 95% en el nivel de confianza, el cual indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean fiables.

P = 0,5. Probabilidad éxito.

Q = 0,5. Probabilidad de fracaso.

E2 = 0,07. Termino de error.

$$n = \frac{(1,96)^2 \times (0,5) \times (0,5) \times (1786)}{(0,07)^2 \times (1786 - 1) + (1,96)^2 \times (0,5 \times 0,5)}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \times (0,5) \times (0,5) \times (1786)}{(0,07)^2 \times (1785) + (1,96)^2 \times (0,5 \times 0,5)}$$

$$n = \frac{(3,8416) * (0,5) * (0,5) * (1786)}{(0,0049) * (1785) + (3,8416) * (0,5 * 0,5)}$$

$$n = \frac{1715,2}{8,7465 + 0,9604}$$

$$n = 176$$

En total se elaboraron 176 encuestas.

8.3. Fase 3: Trabajo de campo

En esta fase se realizaron tres salidas de campo al área de estudio, en las que se hicieron recorridos por las veredas adscritas a la microcuenca con el fin de verificar y corregir la información obtenida en fases anteriores, teniendo en cuenta aspectos como la cobertura y uso de la tierra y la geomorfología; esto permitió complementar la información contenida en los mapas preliminares. Además, se aplicaron las encuestas realizadas en la fase anterior con el fin de obtener conocimiento acertado sobre la situación socioeconómica actual de la población. Esta fase fue realizada en tres actividades principales.

8.3.1 Actividad 1. Primera salida de campo.

Esta salida se desarrolló durante tres días y contemplo la realización de diferentes recorridos por las veredas adscritas a la microcuenca, con el fin de verificar y corregir la información de fases anteriores.

Partió del reconocimiento del área de estudio, para obtener una visión general de sus características y determinar los lugares estratégicos donde se hicieron las respectivas observaciones. Posteriormente, teniendo en cuenta la extensión de la microcuenca, se determinaron 2 etapas para el abordaje de los aspectos físicos y socioeconómicos; la primera concerniente a la parte media-alta de la microcuenca, específicamente por las veredas La Palma, La Ciénaga y Las Ánimas. La segunda comprendió la parte media y baja de la microcuenca, en lo que respecta a las veredas El Placer, Tajumbina, La Estancia, y Alto Ledezma.

En líneas generales la finalidad de esta actividad se enfocó en observar e identificar las geoformas existentes y determinar los tipos y extensión de las coberturas y el uso actual de la tierra, para lo cual se emplearon las fotografías aéreas del IGAC, los mapas anteriormente elaborados, cámara digital y binoculares. Cabe resaltar que este proceso, contó con la asesoría del profesor asistente del programa de Geografía, el especialista Germán Edmundo Narváez Bravo y el geógrafo Jaime Fernando Pizarro Jurado, quienes apoyaron temas principalmente relacionados con geología, geomorfología y cobertura de la tierra; además se utilizó un dron (Phantom 4 pro), herramienta que fue de gran ayuda en la observación e identificación de unidades geomorfológicas y de cobertura de la tierra.

8.3.2 Actividad 2. Segunda salida de campo.

En esta salida se hizo un recorrido hacia la parte alta de la microcuenca, en cercanías a la cima del volcán Doña Juana (Figura 6) con el fin de verificar y corregir información sobre las unidades geomorfológicas y de cobertura de la tierra; de igual forma se emplearon las fotografías aéreas de IGAC, los mapas anteriormente elaborados, cámara digital y binoculares.



Figura 6. Salida de campo parte alta de la microcuenca. Se observa vegetación herbazal denso de tierra firme con arbustos, en áreas de páramo – Pajonal - frailejónal.

Fuente: esta investigación

8.3.3 Actividad 3. Aplicación de encuestas.

Esta actividad se realizó en una tercera salida de campo, donde se aplicaron las encuestas elaboradas en la fase anterior. Realizando diferentes recorridos por las veredas adscritas a la microcuena, se obtuvieron los datos relacionados con los principales aspectos socioeconómicos y posteriormente se procedió a realizar la correspondiente descripción de estas características.

8.4. Fase 4: Sistematización y análisis de información

En esta fase se realizó un análisis exhaustivo de la información obtenida a lo largo de la investigación, para obtener conocimiento preciso de cada una de las características físico-naturales y socioeconómicas de la microcuena río Tajumbina. En primera instancia se elaboró la cartografía básica y temática final a escala 1: 25000 y posteriormente el documento técnico donde se plasmaron los procedimientos aplicados y los resultados obtenidos a lo largo de la investigación. Finalmente se llevó cabo la socialización de los resultados, de tal forma que se conozca la situación actual de la microcuena, dando a conocer las causas y consecuencias, así como las recomendaciones y alternativas para mitigar o solucionar la problemática ambiental estudiada.

8.4.1 Actividad 1. Elaboración de cartografía temática definitiva

En esta actividad se procedió a verificar y corregir la información de los mapas preliminares, basándose en la información obtenida en la fase anterior, se elaboraron de forma definitiva los productos cartográficos que contienen información sobre los principales aspectos tenidos en cuenta en la investigación (geomorfología, cobertura, uso actual y uso potencial y conflictos de uso de la tierra); esta actividad se realizó utilizando como herramienta principal el software ArcGis 10.3.

8.4.1.1 Actividad 1.1. Elaboración de los mapas de unidades geomorfológicas, de cobertura y de uso actual de la tierra.

Para desarrollar esta actividad se tuvo en cuenta la información obtenida en el trabajo de campo realizado en la fase anterior, esta información fue de gran ayuda para la verificación y corrección de los mapas de unidades geomorfológicas, coberturas, y de uso actual de la tierra; posteriormente se desarrolló la clasificación de sus unidades teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en la metodologías: “Sistemas Morfogénicos del Territorio Colombiano” (IDEAM, 2010), para el mapa de unidades geomorfológicas; “CORINE Land Cover adaptada para Colombia” (IDEAM, 2010), para el mapa de coberturas de la tierra y los lineamientos establecidos en el capítulo 6 del “Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento de Nariño” (IGAC, 2004), para el mapa de uso actual de la tierra. Esta actividad se desarrolló utilizando el software ArcGis 10.3, donde se procesaron las fotografías aéreas tomadas por el dron (Phantom 4 pro) en diferentes puntos de la microcuenca con el fin de formar fotomosaicos que sirvieron en la delimitación de las unidades de cobertura y unidades geomorfológicas (Figura 7).

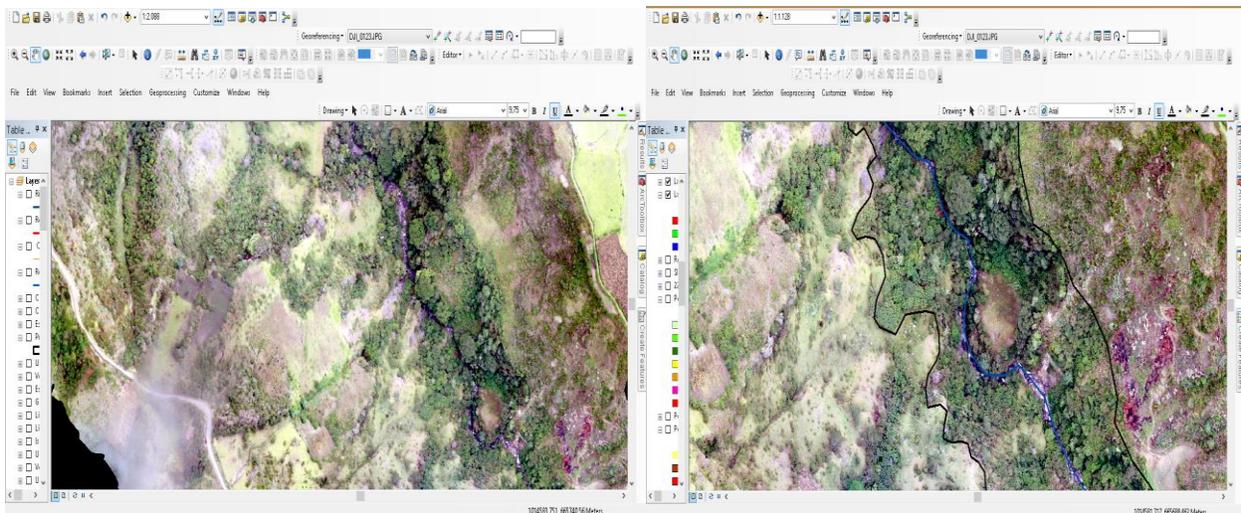


Figura 7. Georreferenciación de fotografías y delimitación de unidades de cobertura.

8.4.1.2 Actividad 1.2. Elaboración del mapa de unidades de suelos.

Esta actividad consistió en la corrección del mapa preliminar de suelos, basándose en el mapa de pendientes clasificadas en rangos por porcentaje (0-3, 3-7, 7-12, 12-25, 25-50, 50-75, >75%) y el mapa de unidades geomorfológicas; posteriormente se procedió a delimitar las unidades de suelos presentes en la microcuenca utilizando el software ArcGis 10.3; para el adecuado desarrollo de esta actividad se contó con la asesoría del profesor asistente del departamento de Producción y Sanidad Vegetal de la Universidad de Nariño, el especialista y magister en suelos Daniel Marino Rodríguez Rodríguez, quien colaboró en la elaboración, interpretación y descripción de las unidades de suelo de la microcuenca.

8.4.1.3 Actividad 1.3. Elaboración del mapa de uso potencial de la tierra.

Tomando como referencia el mapa de suelos anteriormente elaborado y los lineamientos de la “Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso” (IGAC, 2014), la cual permite asociar suelos en unidades que se comportan de manera similar, con base en los efectos combinados de clima y sus limitaciones de uso y manejo, fue posible la delimitación y clasificación de las unidades cartográficas, utilizando como herramienta principal el software

ArcGis 10.3. De esta forma se definieron las clases de capacidad o clases agrologicas, donde se agruparon los suelos que presentan el mismo grado relativo de limitaciones generales y riesgos, en tres grandes grupos. El primero, agrupa tierras con capacidad para ser utilizadas en agricultura y ganadería tecnificada de tipo intensivo o semi intensivo (clases de 1 a 4); el segundo, agrupa tierras que pueden ser utilizadas de forma restringida en actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales y/o forestales (clases 5-6-7); y el tercero, agrupa tierras que deben ser utilizadas solo en preservación, conservación y ecoturismo (clase 8)” (IGAC, 2014).

8.4.1.4 Actividad 1.4. Elaboración del mapa de conflictos de uso de la tierra.

Esta actividad se realizó, en primera instancia, con la unión de la capa de capacidad de uso (A) y la capa de uso actual de la tierra (B) ver (Figura 8). Lo cual relaciona las particularidades de la demanda actual expresada como cobertura y uso, y la oferta biofísica referente a la capacidad de uso de las tierras. Como resultado de la unión se generó una tercera capa (C), que contiene los atributos de las capas A y B. Posteriormente se determinó el tipo de conflictos de uso de la tierra elaborando una matriz de decisión, donde se confrontaron los atributos A_i y B_j , para determinar las clases y grados de intensidad de los conflictos, clasificados en tres categorías principales; (adecuado, sobreutilización y subutilización), los dos últimos subdivididos en tres intensidades (ligera, moderada y severa), con lo cual se generó un nuevo atributo (C_{ij}). Por último, se generó una cuarta capa generalizada del atributo C_{ij} utilizando el comando DISSOLVE de ArcGis 10,3 (IGAC, 2012, p. 70).

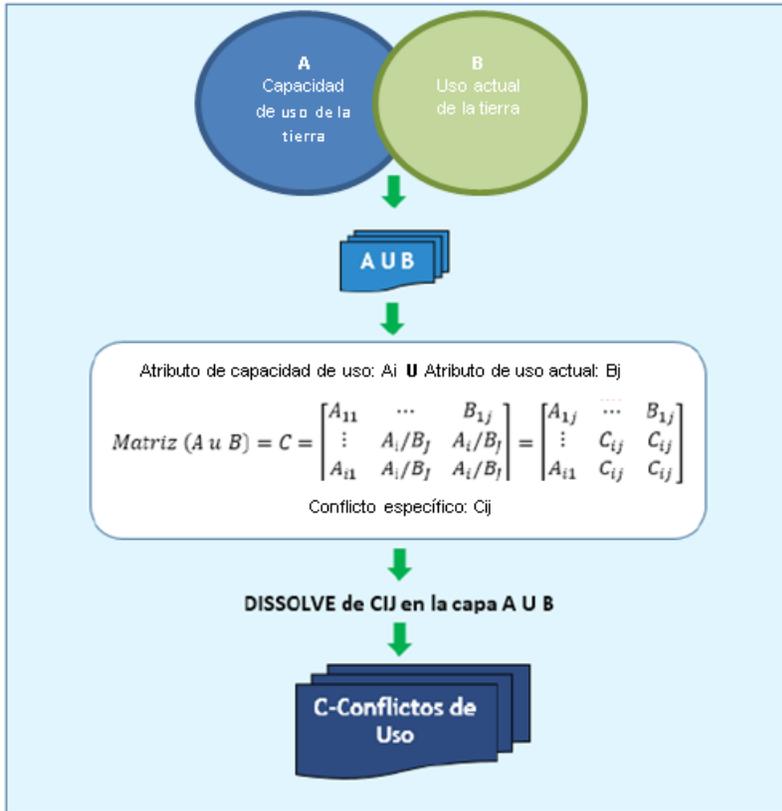


Figura 8. Proceso desarrollado en ArcGis 10,3 para la elaboración del mapa de conflictos de uso de la tierra.

Fuente: (IGAC, 2012, p. 70)

8.4.2 Actividad 2. Elaboración de documento técnico final:

Finalmente se procedió a la elaboración del documento final, el cual está estructurado en función de los objetivos específicos; en la primera parte se cuenta con información sobre las características físicas (geología, geomorfología, climatología) y socioeconómicas (demografía y actividades productivas), en la segunda parte está plasmada la información correspondiente a la identificación y descripción de las coberturas y uso actual de la tierra, en la tercera parte está la información correspondiente a la capacidad de uso de la tierra y en la cuarta parte, como resultado de la integración de las diferentes actividades anteriores, se definieron los tipos de conflicto de uso de la tierra, precisando cada categoría. De forma general, la correlación y confrontación de la información concerniente a la capacidad de uso y el uso actual de la tierra,

suministraran la base metodológica para la elaboración de una matriz de decisión sobre la cual se valoró cada unidad cartográfica con el fin de determinar las diferentes clases de conflicto y su respectiva intensidad. Por último, se procedió a la elaboración de las respectivas conclusiones y recomendaciones, las cuales están encaminadas hacia la mitigación o solución de la problemática estudiada.

9. Aspectos Físicos

9.1. Geología

La microcuenca del río Tajumbina está ubicada al suroriente del municipio de La Cruz en el departamento de Nariño, sobre la cordillera Centro-occidental. En las zonas nororiental y suroriental de la microcuenca se encuentran los volcanes Ánimas y Doña Juana respectivamente; los cuales según el actual SGC (2003) están clasificados como volcanes activos.

En este sentido, Flórez (2003), como se indica en la (Figura 9), explica que “el volcanismo reciente y actual o de las eras Terciaria y Cuaternaria esta principalmente ubicado en el cinturón de fuego cincunpacifico, del cual hacen parte los Andes colombianos” (p.65). Así mismo, Pennington (como se citó en Steimle, 1989, p.12) afirma que:

La placa oceánica se subduce en tres segmentos a lo largo de Colombia y Ecuador debajo de los Andes. El bajo ángulo de subducción (20° - 25°) del segmento Bucaramanga inhibe el volcanismo activo en el norte de Colombia. Los segmentos de Cauca y Ecuador se subducen en un ángulo de 35° y todos los volcanes activos están ubicados entre los 100 Km y 200 Km de profundidad de la zona contacto.

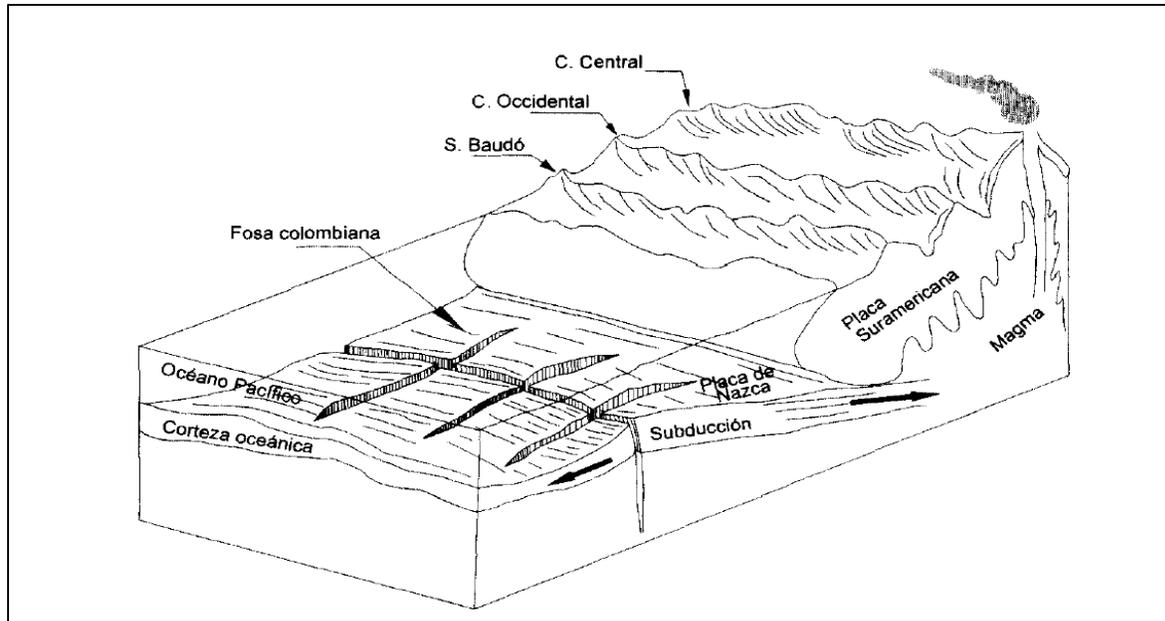


Figura 9. Subducción y volcanismo en Colombia.

Fuente: (Flórez, 2003)

Según el SGC (2003) el área de estudio se encuentra sobre el denominado Sistema de Fallas Romeral, y las fallas que atraviesan la zona son: la Falla El Tablón la cual es un ramal de la Falla Silvia Pijao SGC y Geoestudios (2000^a) (citado por SGC, 2003); y la Falla San Jerónimo ubicada en la divisoria de aguas de la cordillera Central, está asociada a los volcanes Ánimas, Doña Juana y Petacas; y pone en contacto las Metamorfitas Pompella y el Complejo Quebradagrande los cuales en gran parte están cubiertos por depósitos volcánicos; estas fallas tienen dirección predominante NNE – SSW.

A continuación, se realizará un análisis general de: la actividad volcánica, las características de las rocas y la evolución geológica del área de estudio; teniendo en cuenta principalmente el estudio titulado “Estratigrafía de los depósitos volcánicos y volcanoclásticos del sector San Pablo – La Cruz – Tajumbina, departamento de Nariño” SGC y Universidad de Caldas (2007). En este estudio se realizó un análisis de cuatro columnas estratigráficas principales, dos de las cuales hacen parte del área de estudio (Estratigrafía de las secciones Plan de Tajumbina, y Tajumbina –

La Estancia), adicionalmente, se realizaron siete estaciones de control, cuatro de ellas ubicadas en el área de estudio (Sector La Palma, El Salado, El Placer, Termales de Tajumbina), con el objetivo de “Realizar correlaciones y/o establecer diferencias con la estratigrafía de la zona y posteriormente clarificar relaciones entorno a la evolución geológica de las unidades estudiadas” (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.60).

9.1.1. Estratigrafía de la sección Tajumbina – La Estancia.

Esta sección fue levantada en la vía Tajumbina – La Estancia, unos pocos metros después del puente sobre la quebrada Caicuanes, para una mejor descripción la columna estratigráfica se divide en dos partes, inferior y superior (Figura 10). En la parte inferior se encuentran, hacia la base, depósitos de flujos piroclásticos de ceniza y bloques los cuales descansan discordantemente sobre un paleosuelo; en general presentan un alto grado de meteorización, la composición de los clastos es principalmente ígnea con textura porfirítica que están clasificados como dacitas y andesitas de origen volcánico; también se encuentran, en menor medida, clastos ígneos de textura fanerítica y fragmentos de rocas sedimentarias; su grado de consolidación es moderado. La secuencia continúa con un depósito de flujo piroclástico de ceniza y pómez, el cual tiene un espesor aproximado de 30 metros; tanto la parte inferior como superior están afectadas por sistemas de fallas, probablemente el sistema Silvia - Pijao), SGC y Universidad de Caldas (2007).

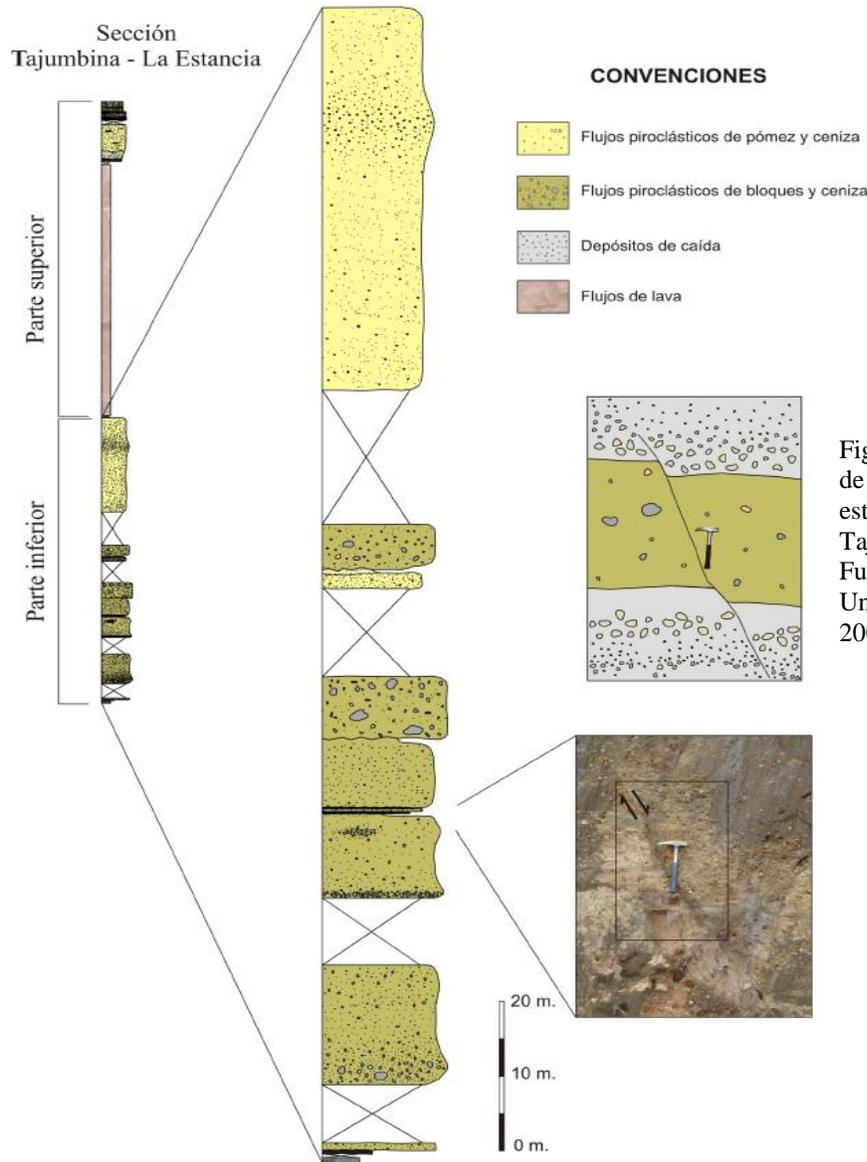


Figura 10. Parte inferior de la columna estratigráfica sección Tajumbina – La Estancia. Fuente: (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.37)

La parte superior de la columna, (Figura 11), comienza con una serie de flujos de lava, que tienen un espesor aproximado de 135 metros y fueron denominadas como andesitas de origen volcánico. Hacia el tope de la secuencia se observan dos paquetes, el primero compuesto por depósitos de flujos piroclásticos de ceniza y pómez, tiene un espesor de 20 metros y el segundo paquete, también constituido por depósitos de flujos piroclásticos, tiene un espesor de 15 metros aproximadamente y según (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.41) “se puede dividir en

cinco pulsos los cuales, no superan los tres metros de espesor y se encuentran separados por cinco niveles de depósitos de caída que son interpretados como las respectivas nubes acompañantes de los flujos”.

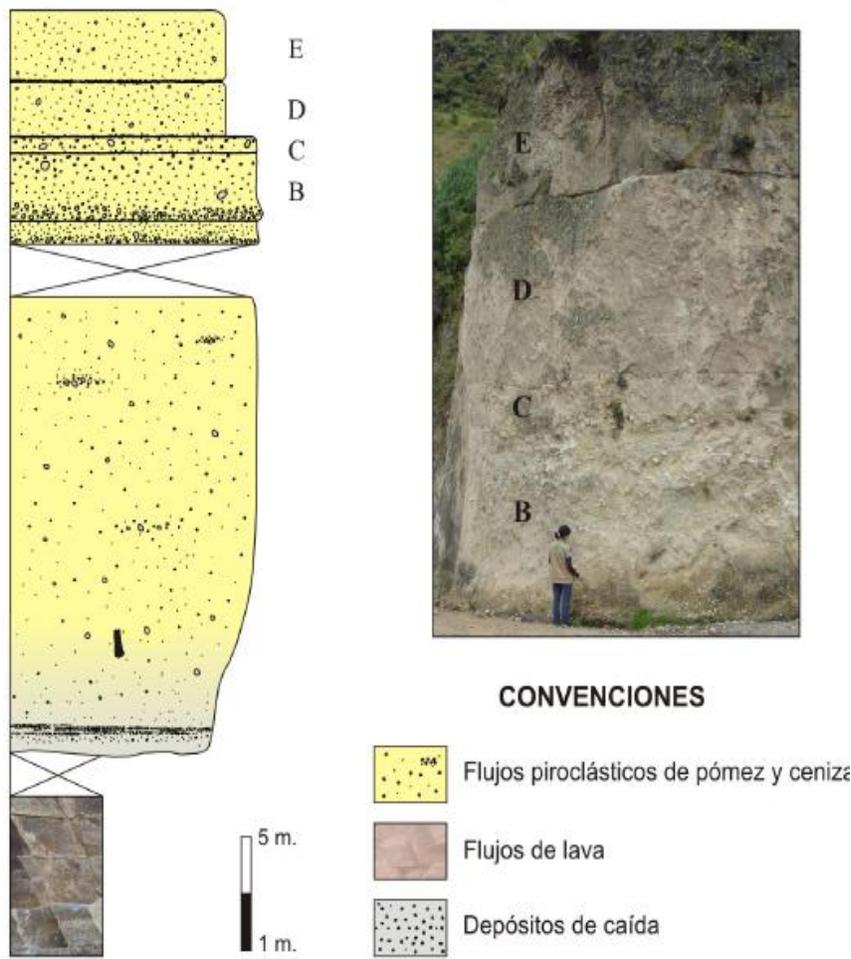


Figura 11. Parte superior de la columna estratigráfica sección Tajumbina – La Estancia. Fuente: (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.40).

9.1.2. Estratigrafía del plan Tajumbina.

Esta secuencia tiene un espesor aproximado de 234 metros y está compuesta por cinco paquetes; el primer paquete se encuentra hacia la base y tiene un espesor de 6 metros, está compuesto por un depósito de flujo de ceniza y bloques; hacia la parte superior se encuentran tres paquetes de composición dacítica los cuales debido a su homogeneidad tan solo se lograron

diferenciar teniendo en cuenta aspectos geomorfológicos de la zona; estos paquetes están compuestos por depósitos de flujos de ceniza y pómez que en total suman 120 metros de espesor aproximadamente. Por ultimo hacia la parte superior ver (Figura 12) “el quinto paquete está compuesto por depósitos de flujos de escombros formados por ceniza y pómez, generados a partir de flujos piroclásticos mezclados con cuerpos de agua, tiene un espesor de 11 m” (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.42).

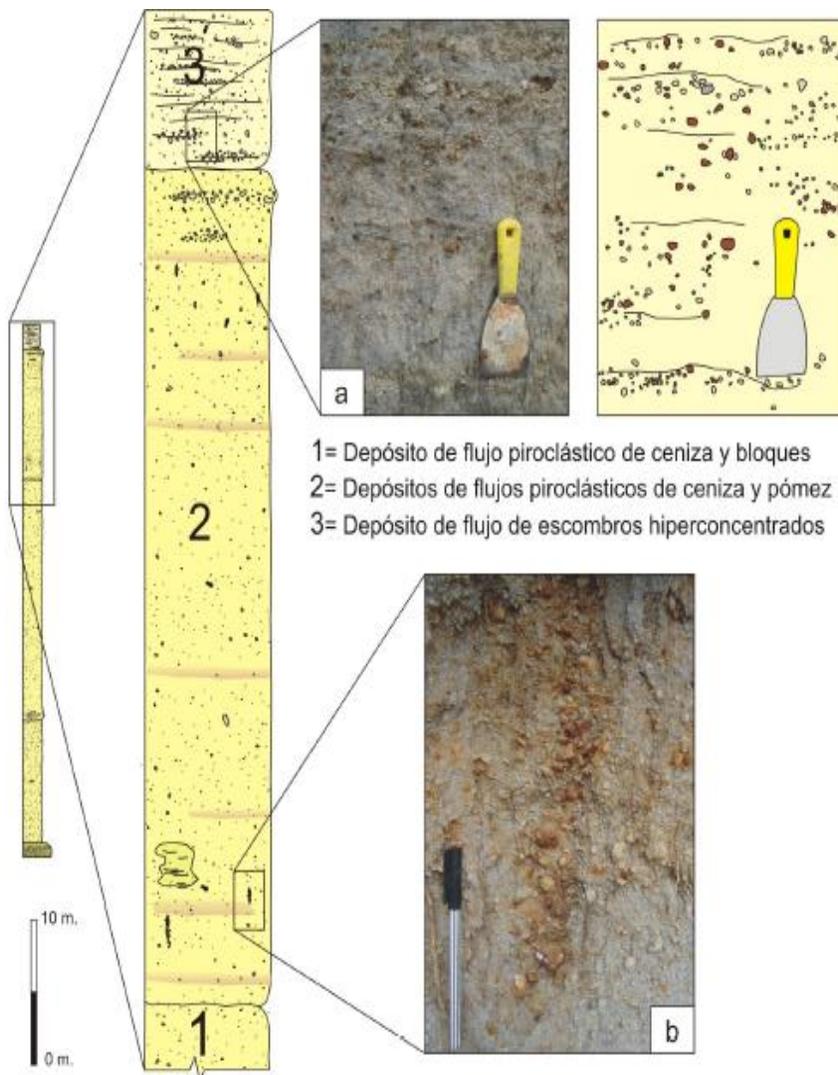


Figura 12. Parte superior de la columna estratigráfica. (a) Laminaciones del depósito de flujo de escombros. (b) Pipes de desgasificación en el depósito de flujo de ceniza y pómez. Dimensión de la espátula 20 cm y el bolígrafo 15 cm.” Fuente: (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.43).

9.1.3. Evolución geológica.

La microcuenca río Tajumbina se encuentra en el área de influencia directa de los volcanes Ánimas y Doña Juana, y en menor medida del volcán Petacas. Según Navarro et al. (2009), estos volcanes conforman una provincia volcánica y las formaciones existentes en el área de estudio están asociadas a su actividad SGC y la Universidad de Caldas (2007).

Teniendo en cuenta lo anterior, para explicar la evolución geológica de la zona se han determinado tres épocas eruptivas conformadas por gran cantidad de erupciones, de la siguiente manera:

9.1.3.1. Primera época eruptiva.

Previo al emplazamiento de los primeros depósitos volcánicos (Figura 13), la zona estaba conformada por “rocas meta-sedimentarias de edad cretácica correlacionables al Complejo Quebradagrande y a algunos cuerpos hipoabisales asociados a los procesos magmáticos producto de la construcción de los antiguos edificios volcánicos” (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.74).

Posteriormente “empieza la actividad volcánica en la región hace unos 2,5 millones de años, en el Plioceno medio” Steimle (como se citó en Narváez, 1998, p.38), los depósitos relacionados a esta época eruptiva están asociados a la actividad de un volcán antiguo posiblemente al Petacas (Figura 14) SGC y Universidad de Caldas (2007). A continuación “se presenta un periodo inter-eruptivo caracterizado por la erosión de los depósitos volcánicos, dejando algunos remanentes que configuran nuevos valles (Figura 15) y posiblemente por la migración del centro de emisión volcánico” (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.75).

Figura 13

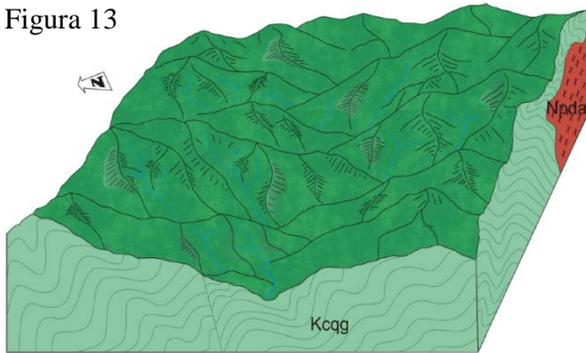


Figura 14

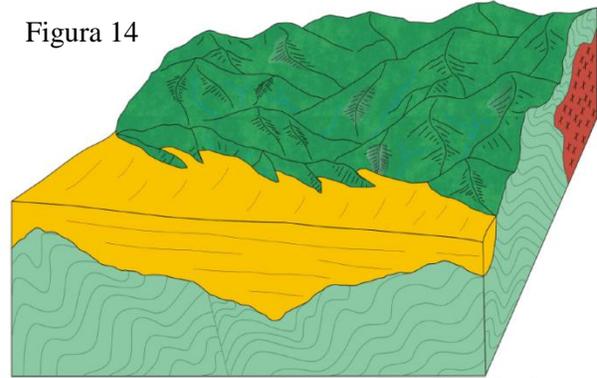


Figura 15



Figura 13 Materiales existentes antes de la primera época eruptiva; “basamento conformado por rocas del complejo Quebradagrande (Kcgg) y algunos cuerpos hipoabisales (Npda)” Fuente: (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.75).

Figura 14 Inicio de la actividad volcánica. Depósitos asociados a la primera época eruptiva. Fuente: (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.75).

Figura 15 Periodo inter-eruptivo, erosión de depósitos volcánicos. Fuente: (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.77).

9.1.3.2. Segunda época eruptiva.

Aquí se inician nuevamente los procesos eruptivos los cuales según el SGC y Universidad de Caldas (2007) están asociados al volcán pre-Ánimas (Figura 16), posteriormente existe un periodo inter-eruptivo en el que la red de drenaje erosiona los depósitos volcánicos dejando así nuevas formaciones geomorfológicas (Figura 17). En el área de estudio la columna estratigráfica levantada en la sección Tajumbina La Estancia.

Figura 16

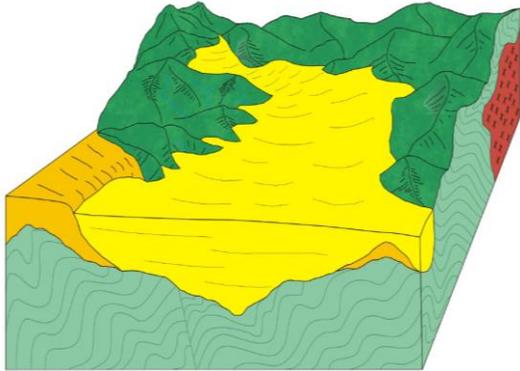


Figura 17



Figura 16 Inicio de periodo eruptivo, emplazamiento de depósitos volcánicos.

Fuente (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.77).

Figura 17 Inicio periodo inter-eruptivo, erosión de depósitos volcánicos.

Fuente: (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.78).

9.1.3.3. Tercera época eruptiva.

Esta época (Figura 18) “inicia con actividad efusiva, debido al emplazamiento de flujos de lava, mencionados en la columna estratigráfica levantada en la sección Tajumbina – La Estancia” (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.78). Posteriormente la actividad cambia a explosiva y los diferentes eventos eruptivos depositan una gran cantidad de flujos piroclásticos, (Fig. 19) principalmente de “ceniza y pómez (ignimbritas) con variaciones verticales a flujos hiperconcentrados de ceniza y pómez” (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.78); esto se evidencia en las columnas estratigráficas levantadas en las secciones Tajumbina – La Estancia (parte superior) y Plan Tajumbina. A continuación, se desarrolla una nueva etapa inter-eruptiva donde la red hídrica erosiona los diferentes depósitos y se forman los actuales valles de los ríos: Mayo, Tajumbina y quebrada Caicuanes. (Fig. 20).

Según SGC y Universidad de Caldas (2007), los depósitos más recientes de la tercera época eruptiva son atribuidos al volcán Ánimas, esto se determinó mediante análisis detallado de los

aspectos geomorfológicos de los mismos (Figura 21). Por último, se desarrollan nuevos procesos erosivos que continúan hasta la actualidad y socavan los valles de los principales afluentes hídricos de la zona (Fig. 22).

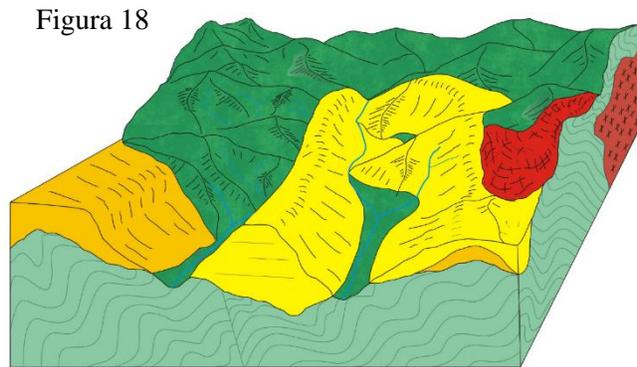


Figura 18

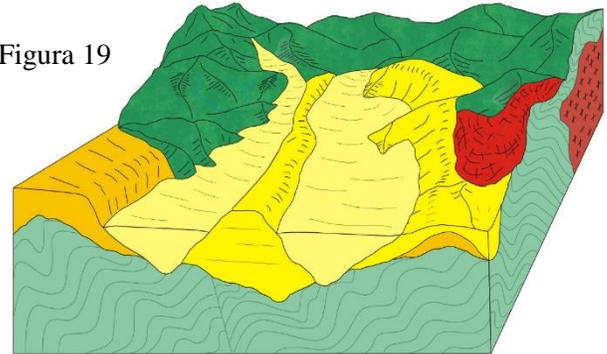


Figura 19

Figura 19 Inicio de la tercera época eruptiva, acumulación de flujos de lava asociadas al crecimiento del edificio volcánico actual del volcán Doña Juana. Fuente: (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.79).

Figura 18 Acumulación de flujos piroclásticos asociados a la tercera época eruptiva. Fuente: (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.79).

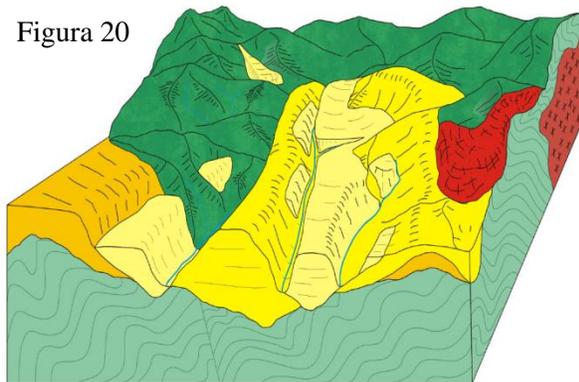


Figura 20

Figura 21 . Etapa inter-eruptiva, erosión de los depósitos y formación de los actuales valles de los ríos: Mayo, Tajumbina y quebrada Caicuanes. Fuente: (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.80);

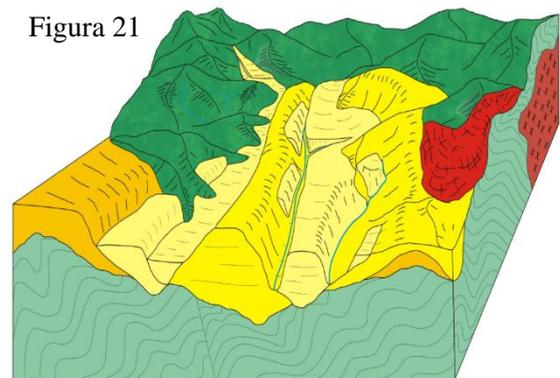


Figura 21

Figura 20 Acumulación de los depósitos más recientes de la tercera época eruptiva, atribuidos al volcán Ánimas y confinados en el valle del río Mayo. Fuente: (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.80).

La tercera época eruptiva se extiende hasta la actualidad debido a que entre 1897 – 1906 se reactivó el volcán Doña Juana, el evento más fuerte ocurrió en noviembre 13 de 1899 y causó la

muerte de 50 - 60 personas y 200 - 300 cabezas de ganado Ramírez citado por Steimle (1989).

Actualmente en la zona predominan los procesos erosivos que continuamente siguen profundizando los valles de los principales ríos (Figura 22).

Con lo anterior, se puede determinar que el área de estudio (ver mapa Geológico, fig.23) está configurada por materiales volcánicos, el más reciente de ellos, la unidad Qfp3 compuesto principalmente por flujos piroclásticos de ceniza y pómez; la unidad Qfp2 compuesta por flujos piroclásticos de ceniza y pómez con flujos de ceniza y bloques; la unidad Qfp1 caracterizada por la intercalación de depósitos de flujos piroclásticos de ceniza y bloques, de ceniza y pómez; también se encuentran flujos de lava de composición andesítica y basáltica Qlb; terrazas aluviales compuestas por depósitos de gravas compuestas por material volcánicos Qta; en la cima del volcán Ánimas se encuentran intercalaciones de flujos de lava y depósitos piroclásticos de flujo y caída Nqlp; “en las paredes noroccidentales de los antiguos cráteres del volcán Doña Juana se encuentran lavas dacíticas del Plio-pleistoceno de edad aproximada 1,7 a 1,8 millones de años, Tql” (Narváez, 1998, p.37); por último, hacia la parte baja de la quebrada Caicuanes se encuentran rocas volcanosedimentarias con intercalaciones de conglomerados matriz soportados, Kcqq, pertenecientes al complejo Quebradagrande. SGC y Universidad de Caldas (2007).

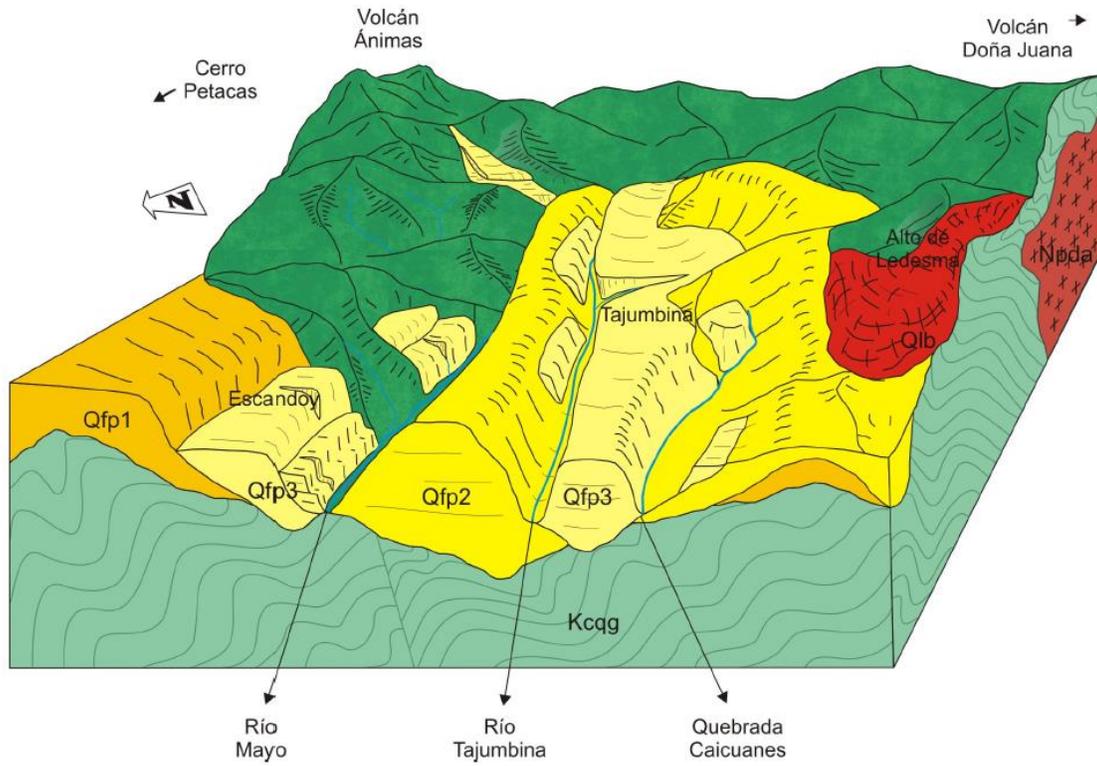


Figura 22 Configuración actual de la zona. Los depósitos de flujos piroclásticos Qfp1, Qfp2 y Qfp3, son separados según las tres épocas eruptivas respectivamente y junto con los flujos de lava Qlb completan la geología de la zona”.

Fuente: (SGC y Universidad de Caldas, 2007, p.81).

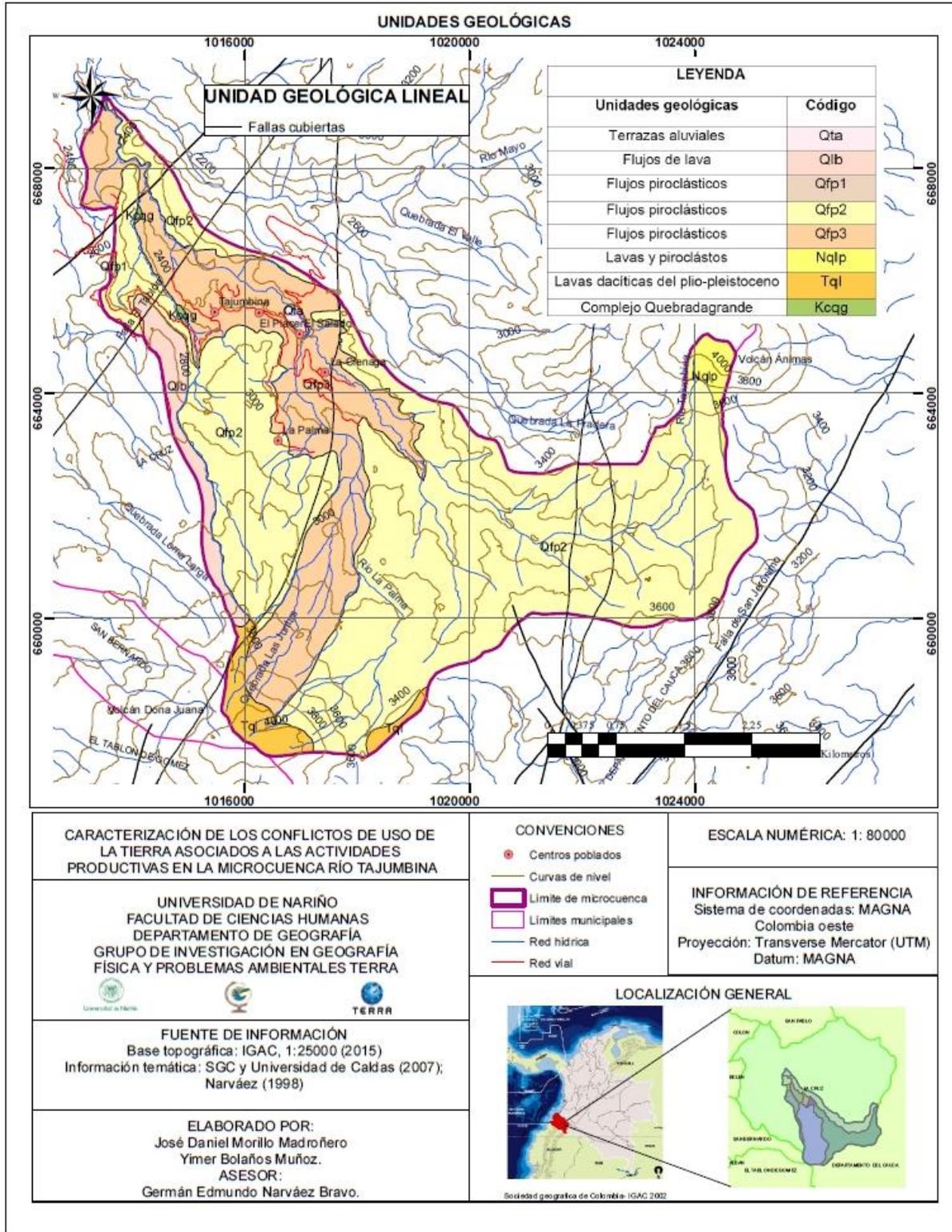


Figura 23 Mapa de unidades geológicas microcuenca río Tajumbina. Fuente: esta investigación

9.2. Geomorfología.

Para la descripción de los aspectos geomorfológicos más relevantes de la microcuenca río Tajumbina, se ha tomado como referente principal la metodología de clasificación propuesta por Antonio Flórez en 2003 y actualizada en el año 2011 por el IDEAM titulada: “Sistemas Morfogénicos del Territorio Colombiano”, la cual realiza la clasificación geomorfológica del país a escala 1:500000 basándose en un sistema jerárquico que toma como base, entre otros conceptos, el de “sistema morfogénico” que hace referencia a “el conjunto de procesos interdependientes que generan un modelado específico en un espacio determinado” Tricart, 1977; Summerfield, 1994 (tomado de Flórez, 2003, p-218); estos procesos, a su vez, están “condicionados por factores internos y externos: estructura geológica (litología y tectónica), pendiente, bioclima, modelados heredados y el uso que el hombre hace del espacio”. (Flórez, 2003, p.218). Este sistema jerárquico consta de cuatro niveles principales, organizados de acuerdo al nivel de detalle de la siguiente manera:

Grupos de Sistemas Morfogénicos (G-SM): es el primer nivel y está a menor escala; hace referencia a grandes unidades morfo estructurales que conforman grandes áreas del relieve, formadas por procesos endógenos principalmente, mediante los cuales se formaron las cadenas montañosas del planeta; en este nivel están enmarcadas las macro unidades definidas como: montaña alta (MA), montaña media (MM), montaña baja (MB), las depresiones tectónicas (DT), los litorales (LT), el dominio amazónico (DA), el dominio orinoqués (DO), los sistemas insulares (SI). Flórez (como se citó en Portilla y Pizarro, 2016, p.44).

Subgrupo de Sistemas Morfogénicos (SG-SM): según Portilla y Pizarro (2016) hace referencia a “modelados del relieve que conforman otros sistemas morfogénicos o unidades geomorfológicas con morfogénesis y morfodinámica similar; como, por ejemplo: modelado

glaciar heredado” (p. 45).

Sistemas Morfogénicos (SM): como se mencionó anteriormente hace referencia a “el conjunto de procesos interdependientes que generan un modelado específico en un espacio determinado” Tricart, 1977; Summerfield, 1994 (tomado de Flórez, 2003, p-218); estos procesos, a su vez, están “condicionados por factores internos y externos: estructura geológica (litología y tectónica), pendiente, bioclima, modelados heredados y el uso que el hombre hace del espacio” (Flórez, 2003, p.218).

Unidad geomorfológica (UG): dentro de este concepto se enmarcan todas aquellas “formas específicas cartografiables del relieve, conocidas también como geoformas” (Portilla y Pizarro, 2016, p.45); teniendo en cuenta que la escala del presente estudio es de 1:25000, este es el último nivel al que se llega ver mapa (figura 24).

En este orden de ideas, debido a que el área de estudio se encuentra entre los 2100 y los 4200 m.s.n.m y teniendo en cuenta la metodología anteriormente mencionada, para el área de estudio se han clasificado las geoformas en dos categorías principales, la alta montaña (MA) y la montaña media (MM) correspondientes al denominado Grupo de Sistemas Morfogénicos. A continuación, se realizará la descripción de las unidades geomorfológicas de la microcuenca tanto de la montaña alta como de la montaña media.

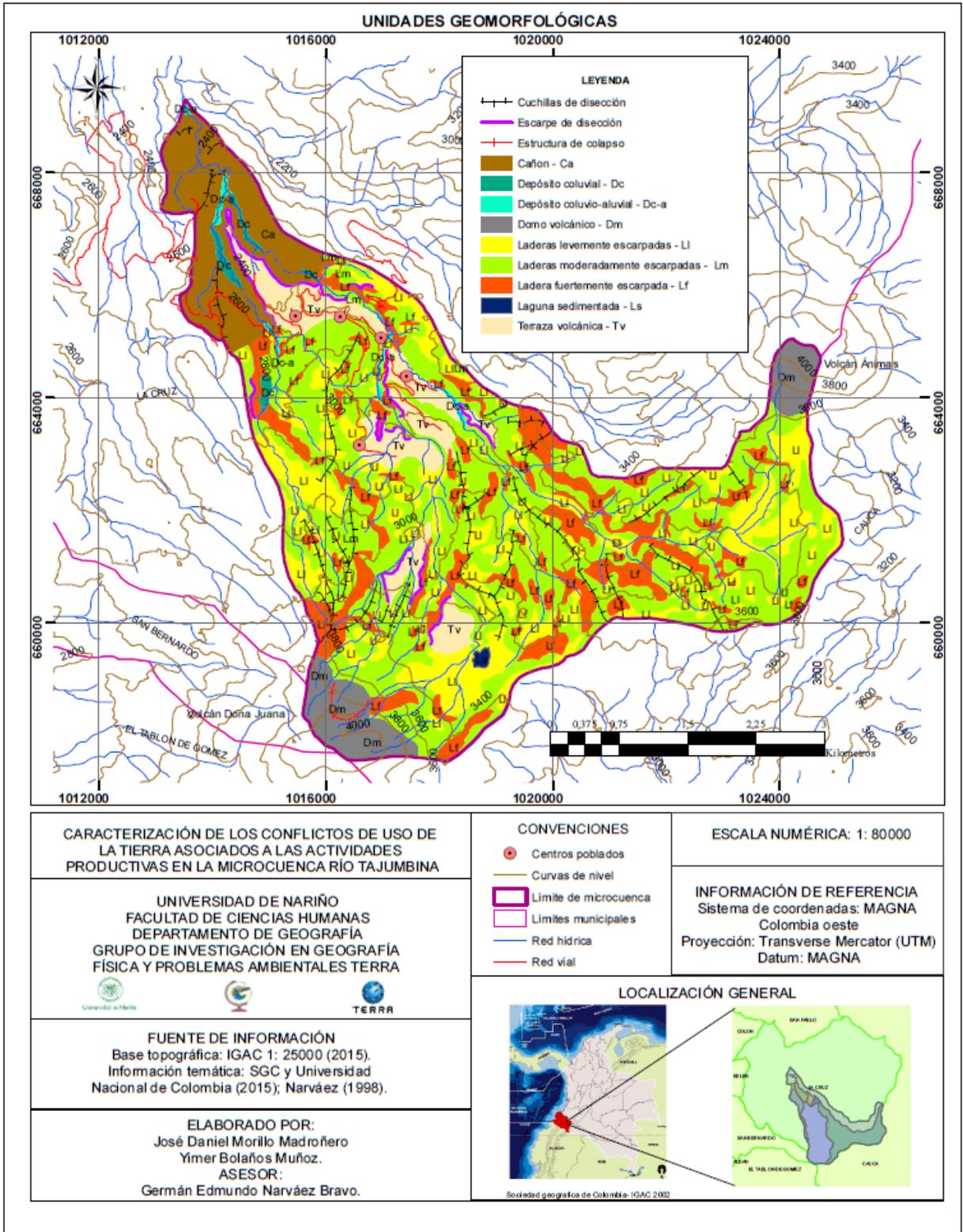


Figura 24. Mapa de unidades geomorfológicas microcuenca río Tajumbina

9.2.1. La montaña alta (MA).

Según el (IDEAM, 2010), el concepto de montaña incluye una diferenciación bioclimática y morfoclimática en sentido vertical. De acuerdo con lo anterior, se considera que la montaña alta se encuentra desde una altitud superior a 2.700 m.s.n.m +/- 100m y comprende diferentes pisos bioclimáticos y morfogénicos entre los cuales se identifica una estrecha relación. La parte baja se encuentra caracterizada por el modelado periglacial heredado que coincide aproximadamente con el piso bioclimático alto andino actual, para luego dar paso al modelado glaciar heredado de la última glaciación que coincide con el páramo bajo y el páramo propiamente dicho, continuando se encuentra el piso periglacial actual que coincide especialmente con el superparamo, finalmente el piso glaciar o de los nevados actuales (Figura 25). De igual forma (Flórez, 2003), determina que la principal característica de este sistema morfogénico se relaciona con el modelado glaciar heredado o actual y la actividad volcánica en las cordilleras central y centro-occidental.

De acuerdo con lo anterior, para la diferenciación entre montaña alta y media se han tomado como referencia los 2.700 m.s.n.m +/- 100m, de esta manera, todas aquellas geoformas que estén por encima de esta altura serán clasificadas dentro de la montaña alta; por otra parte, teniendo en cuenta que el área de estudio de esta investigación, está caracterizada principalmente por geoformas de origen volcánico tanto en la montaña alta como en la montaña media y dadas las disposiciones en la metodología del IDEAM (2010), donde no se ha incluido el subgrupo referente a la morfodinámica volcánica, se hace necesaria la adopción de esta categoría, tomando como base conceptual el estudio realizado por Pizarro y Portilla en el año 2016 titulado “Caracterización Geomorfológica del Complejo Volcánico Cumbal (Nariño – Colombia).

Agrupar los cuerpos de agua ya sean lagos naturales o embalses, que ocupen depresiones tectónicas u otras formas de modelado, y los bordes de sedimentación que se asocian a procesos naturales o antropicos del retroceso de las lagunas tras la acumulación de sedimentos.(p.84)

9.2.1.1.1. *Lagunas en flujos piroclásticos.*

“Este sistema morfogénico hace referencia a las lagunas que se formaron sobre flujos piroclásticos” (Pizarro y Portilla, 2016, p.89); probablemente debido a las erupciones realizadas por el Volcán Doña Juana las cuales fueron las causantes de la emisión y posterior depositación de materiales volcánicos, especialmente flujos piroclásticos que en primera instancia suavizaron el terreno anteriormente disectado y formaron pequeñas depresiones que facilitaron la acumulación de cuerpos de agua.

- **Laguna sedimentada (Ls):** se localiza en la parte alta de la microcuenca, sobre los 3300 m.s.n.m, en cercanías al volcán Doña Juana; cuenta con un área aproximada de 8,2 ha y recibe el nombre de pantano Santo Domingo; su formación se asocia a la depositación de materiales volcánicos provenientes principalmente del volcán Doña Juana y a procesos de sedimentación asociados a la red hídrica de la zona que han colmatado la laguna dando lugar a un pantano (Figura 26) que ha sido cubierto en gran parte por especies vegetales.



Figura 26. Pantano Santo Domingo, parte alta de la microcuenca.

Fuente: Esta investigación.

9.2.1.2. Morfodinámica Volcánica.

Este subgrupo no se encuentra en la metodología elaborada por el IDEAM (2010), anteriormente descrita; pero debido a que muchas de las geoformas de la microcuenca han sido influenciadas en gran medida por la actividad volcánica y a la escala de trabajo del presente estudio (1:25000); fue necesario la incorporación de este subgrupo denominado Morfodinámica Volcánica, que incluye las “formas y formaciones de la cordillera Central y Centro-Occidental asociadas al volcanismo del Neógeno y Cuaternario, debido a que los eventos volcánicos de estos periodos son los que más han influido en la conformación de los relieves y modelados actuales” (Flórez, 2003, p.67).

9.2.1.2.1. Morfodinámica asociada a los volcanes Ánimas y Doña Juana.

Este sistema morfogénico contiene las geoformas resultantes de la actividad volcánica, perteneciente a los volcanes Doña Juana y Ánimas, asociadas a las principales erupciones donde se produjo la expulsión y acumulación de diferentes materiales volcánicos. En su conjunto las unidades geomorfológicas contenidas en esta categoría, suman un total de 5082,8 ha, lo cual representa aproximadamente el 89,2 % del área total de la microcuenca.

- **Domo volcánico (Dm):** Son formaciones compuestas por lavas muy viscosas ricas en sílice que al ser expulsadas por un cráter o fisura se acumulan y expanden lentamente formando un domo convexo que muchas veces taponan la fuente emisora (Pizarro y Portilla, 2016).

Estas unidades geomorfológicas se ubican en la parte alta de la microcuenca, en la cima de los volcanes Ánimas y Doña Juana y ocupan 288,2 ha que representan el 5% del total del área de estudio. Hacia la cima del volcán Doña Juana (Figura 27) se encuentran 3 domos (Oriental, Central y Occidental), cuyos lados actualmente están formados por materiales muy inestables, presentando deslizamientos rotacionales y flujos de detritos. (SGC y Universidad Nacional de

Colombia, 2015). La formación del domo occidental se asocia al remanente de una caldera antigua (Caldera Santa Helena), la formación de los domos central y oriental está asociada al volcán Doña Juana actual al que se le asocia la actividad volcánica reciente (Navarro, y otros, 2009).

- **Estructura de colapso (Ec):** unidad geomorfológica formada en primera instancia por la acumulación y superposición de lavas muy viscosas ricas en sílice, lavas que debido a su baja cohesión e inestabilidad generaron una estructura inestable, que posteriormente colapso parcialmente debido probablemente a la infiltración de gran cantidad de agua en la zona o a la intrusión de un gran volumen de magma en el edificio volcánico. La estructura de colapso está ubicada hacia la cima del volcán Doña Juana, más específicamente en su domo central (Figura 27).



Figura 27. En primer plano, hacia la derecha se observa el remanente norte de la caldera Santa Helena (domo occidental), hacia la parte central de la fotografía el domo central; las flechas señalan la posición de los domos y la línea roja señala la estructura de colapso.

Fuente: SGC antiguo INGEOMINAS (Tomado de Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, 2008, p.2).

- **Laderas levemente escarpadas (Ll), laderas moderadamente escarpadas (Lm) y laderas fuertemente escarpadas (Lf):** con 4361,3 ha, que representan el 76,5 % del total del

área de estudio, estas son la geoformas que ocupan mayor extensión en la microcuenca; su origen está asociado a los volcanes Ánimas y Doña Juana principalmente, debido a que durante su más reciente etapa eruptiva se depositaron grandes espesores de flujos piroclásticos; posteriormente la actividad volcánica disminuyó y se desarrolló una etapa inter-eruptiva donde la red hídrica erosionó estos depósitos dando lugar a laderas que han sido clasificadas teniendo en cuenta su grado de pendiente.

En este sentido, para la clasificación de las laderas se tuvo en cuenta la “Guía Metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100000 (IDEAM, 2013)”, donde clasifica las categorías de pendientes en grados (°) y tiene en cuenta pendientes que van desde los 0° hasta superiores a 60°. Teniendo en cuenta lo anterior, para el caso de estudio se ha clasificado las laderas en tres categorías (Tabla 2) de la siguiente manera: 0-14° laderas levemente escarpadas, 14-30° laderas moderadamente escarpadas, 30-60° fuertemente escarpadas; si bien en el área de estudio se encontró pendientes superiores a los 60°, el área de estas no cumplió con la unidad mínima de mapeo (1,6 ha) por lo que se anexo al polígono más cercano de laderas que sí cumplían con este parámetro.

Tabla 2.

Grados de pendiente y tipos de laderas

Pendiente en grados (°)	Clasificación de laderas
0-14	Levemente escarpada
14-30	Moderadamente escarpada
30-60	Fuertemente escarpada

Fuente: IDEAM, 2013

- **Terraza volcánica (Tv):** estas unidades geomorfológicas son producto de la acumulación de materiales volcánicos, especialmente flujos piroclásticos de grandes espesores que han sido

emitidos por los volcanes Ánimas y Doña Juana y que al ser depositados han suavizado el terreno; posteriormente la red de drenaje ha disectado las terrazas dando lugar en sus extremos generalmente a escarpes de disección. En la microcuenca se encuentran 6 terrazas volcánicas que ocupan un área de 433,3 ha, que representan el 7,6 % del total del área de estudio; están ubicadas en la parte alta y baja de la vereda La Palma, en la parte media de la vereda Las Ánimas, en la parte baja de la vereda La Ciénaga, y en las veredas Tajumbina, El Placer y el Salado (Figura 28); la pendiente predominante en estas unidades geomorfológicas varía entre los 0 y 14°. Por otra parte, si bien el límite de la montaña alta según (IDEAM, 2010) se extiende sobre los 2.700 m.s.n.m +/- 100m, en la microcuenca este límite llega hasta los 2.400 m.s.n.m aproximadamente debido a que formas propias de la montaña alta (terrazas volcánicas) se extienden hasta la altura mencionada.



Figura 28. Terraza volcánica ubicada en la parte baja de la microcuenca (delimitada por la línea roja), en las veredas El Placer y Tajumbina; también se pueden apreciar los escarpes (flechas verdes) que delimitan en sus bordes la terraza volcánica; una cuchilla de disección (línea azul) que delimita la microcuenca; y por último, se observa el cañón del río Tajumbina en su parte baja (línea amarilla). Fuente: SGC, antiguo INEGOMINAS.

9.2.1.3. Montaña alto andina inestable.

Dentro de este subgrupo se clasifican todas aquellas unidades geomorfológicas de origen volcánico que han sido influenciadas por procesos morfogénicos modeladores, explicados por factores de la dinámica externa de la tierra como por ejemplo: agua, viento, hombre, entre otros, (Flórez, 2003); estos factores contribuyen al retroceso de las vertientes y al aumento de las pendientes (Pizarro y Portilla, 2016).

9.2.1.3.1. Modelado de disección.

Para este estudio se incorporó este sistema morfogénico debido a que existen unidades geomorfológicas generadas por agentes modeladores asociados a la dinámica externa de la tierra y que han generado disección profunda, retroceso de vertientes y movimientos en masa en la microcuenca (IDEAM, 2010).

- **Escarpes de disección (Ed):** “son aquellas superficies verticales o subverticales que pueden estar acompañadas de coronas de desprendimientos en sus bordes, consideradas moderadamente inestables debido al fracturamiento de las rocas; haciéndolas por ello susceptibles a generar flujos de tierra o volcamientos” (CORPONARIÑO, Asociación GAICA, Conserva Colombia The Nature Conservancy y Grupo de Investigación en Geografía Física y Problemas Ambientales TERRA, 2014, p.17). En el área de estudio, su formación está asociada a la disección de las principales corrientes hídricas y están localizados en los bordes de las terrazas volcánicas; se identificaron 5 en la vereda La Palma, asociados a la disección de la quebrada Las Juntas y del río La Palma, 1 en la vereda La Ciénaga también asociado a la disección del río La Palma, 2 en la vereda Las Ánimas asociados a la disección del río Tajumbina, 1 en la vereda Alto de Ledezma, asociado a la disección de la quebrada Caicuanes, y el de mayor extensión (5,4km) ubicado en las veredas Tajumbina y El Placer, asociado a la

diseción del río Tajumbina y la quebrada Caicuanes (Figura 29).



Figura 29. Escarpe de diseción (línea roja) ubicado en la parte baja de la microcuenca; asociado a la quebrada Caicuanes.

Fuente: esta investigación.

- **Cuchillas de diseción (Cd):** “estas geoformas están ubicadas en la parte superior de un sistema montañoso. Pueden ser agudas, subagudas o semiredondeadas de configuración convexa” (Serrato, 2009, p.210).

Con excepción de la vereda Tajumbina y El Placer, estas unidades geomorfológicas están ubicadas en todas las veredas de la microcuenca y presentan longitudes que van desde pocos cientos de metros hasta varios kilómetros (Figura 28).

9.2.2. La montaña media (MM).

Al igual que la montaña alta, esta macrounidad se encuentra caracterizada por diferentes variaciones en el orden climático, biológico y edáfico, así mismo los procesos morfogénicos presentan propiedades inherentes a la dinámica física de este espacio.

De esta forma la montaña media incluye aquellos espacios ubicados por debajo de 2.700 m.s.n.m +/- 100m, donde en términos bioclimáticos, los pisos andino y alto andino tienen la mayor representatividad y cuyo límite inferior está asociado a los escarpes fundamentales que separan las cordilleras de las depresiones interandinas. Los sistemas morfogénicos de esta

macrounidad son aquellos sin influencia directa de los eventos glaciares y glaciales del pasado o del presente descritos para la alta montaña (IDEAM, 2010).

De acuerdo a lo anteriormente planteado, dentro del área de estudio existe un sub grupo de sistema morfogénico principal para el caso de la montaña media, el cual se relaciona directamente con la acción y dinámica de la disección y depositación realizada por la red de drenaje.

9.2.2.1. La red de drenaje.

De acuerdo con el (IDEAM, 2010), este subgrupo se caracteriza por el modelado de disección profunda y por el transporte de sedimentos, debido a que los drenajes en las vertientes medias tienen un potencial hidrogravitatorio alto.

Lo anterior se relaciona directamente con la orogenia andina ya que sus consecuencias son variadas, comprendiendo cambios puramente estructurales (relieve), cambios bioclimáticos y la generación de un potencial hidrogravitatorio que modelaría el relieve. (Flórez, 2003).

En este orden, se exponen los principales sistemas morfogénicos, relacionados con los cañones y las formaciones superficiales.

9.2.2.1.1. Cañón (Ca).

Según (IDEAM, 2010, p.88) el cañón se define como “el valle fluvial resultante de la disección profunda y evacuación de materiales por un río en cuyas vertientes (perfil transversal) se diferencian sectores o elementos”; los cuales hacen parte de una catena donde los elementos o sectores que la componen están interrelacionados entre si y por lo tanto si uno de ellos crece lo hace a expensas de otro y viceversa (Flórez, 2003, p.25).

En este sentido, para la identificación y delimitación del cañón en la microcuenca se tuvo en cuenta la “Propuesta metodológica para la definición, clasificación y zonificación de los cañones

colombianos: una vision geográfica” elaborada por Pedro Serrato en el año 2007; donde a partir de parametros morfometricos como: la profundidad, “entendida como el desnivel que ha provocado la disección de los ríos, desde el plano superior de una planicie elevada o interfluvios en una cadena montañosa, hasta el fondo o lecho por el cual transcurre actualmente el cauce” (p.10) y cuya medida debe ser superior a los 100 m; el ancho, entendido como “la distancia horizontal que existe entre los dos limites superiores del cañón” (p.10); las pendientes en su conjunto superiores a 35° y el indice de diseccion entre 0,17 y 2,86 (si el el indice es mayor a 2,86 la geoforma sería un valle de montaña ligeramente disectado y si es menor de 0,17 la geoforma sería un barranco). Para determinar el indice de diseccion se debe dividir la profundidad sobre el ancho, como se muestra a continuación:

$$ID = p / a$$

Donde: ID = Indice de disección

p = Profundidad

a = Ancho

$$1. ID = 200m / 706,74m = 0,28$$

$$2. ID = 150,93 / 408,95m = 0,36$$

$$3. ID = 263,41 / 481,29 = 0,54$$

Con el fin de determinar si en la microcuenca existe o no un cañón se relizo la anterior operación en tres puntos diferentes, el primero (0,28) fue relizado en la parte baja de la quebrada Caicuanes, el segundo (0,36) fue realizado en el río Tajumbina, en cercanias a las termales que llevan el mismo nombre y el tercero (0,54) en la parte baja de la microcuenca, en cercanias a la desembocadura con el río Mayo. Los anteriores valores confirman que en la parte baja de la microcuenca existe un cañón (Figura 30) formado por la diseccion de la quebrada Caicuanes y el

río Tajumbina; este cañón tienen una extensión de 538,3 ha que representan el 9,4 % del total del área de estudio.



Figura 30. En la figura se observa el cañón de la quebrada Caicuanes (línea negra), la terraza volcánica limitada por escarpes de disección (línea roja) y depósitos coluviales (línea amarilla).

Fuente: (Pizarro, 2018).

Teniendo en cuenta el concepto de “catena”, anteriormente mencionado, se ha subdividido el cañón del río Tajumbina en 5 sectores o elementos principales (Figura 31). El primero de ellos (S1) representa la divisoria de aguas del cañón, su forma es plano-convexa (Flórez, 2003, p.192); en el segundo sector (S2) se presenta un constante traslado de materiales desde las partes altas hacia el cauce principal por parte de las corrientes de agua que fluyen en la zona, razón por la cual esta vertiente tiene una forma convexo-cóncava donde sus suelos son predominantemente superficiales Serrato (como se citó en Guerrero, 2014, p.39); en el tercer sector (S3) se presentan procesos de disección más acentuados dando lugar a vertientes cóncavas de retroceso donde la pendiente es mayor que la de los sectores anteriores y donde se presenta acumulación de materiales de la denudación del sector S2, adicionalmente se presentan algunos derrumbes Serrato (como se citó en Guerrero, 2014, p.39); en cuanto al sector (S4) se caracteriza por presentar pendientes mayores a los demás sectores donde predominan algunos afloramientos

rocosos y ocurren procesos como desplomes o derrumbes Serrato (como se citó en Guerrero, 2014, p.39); por último se identificó el sector S5 (lecho del río), caracterizado por ser estrecho, presentar pendientes relativamente menores a los demás sectores y donde los materiales desprendidos y transportados por las corrientes hídricas han generado depósitos coluviales y coluvio-aluviales.

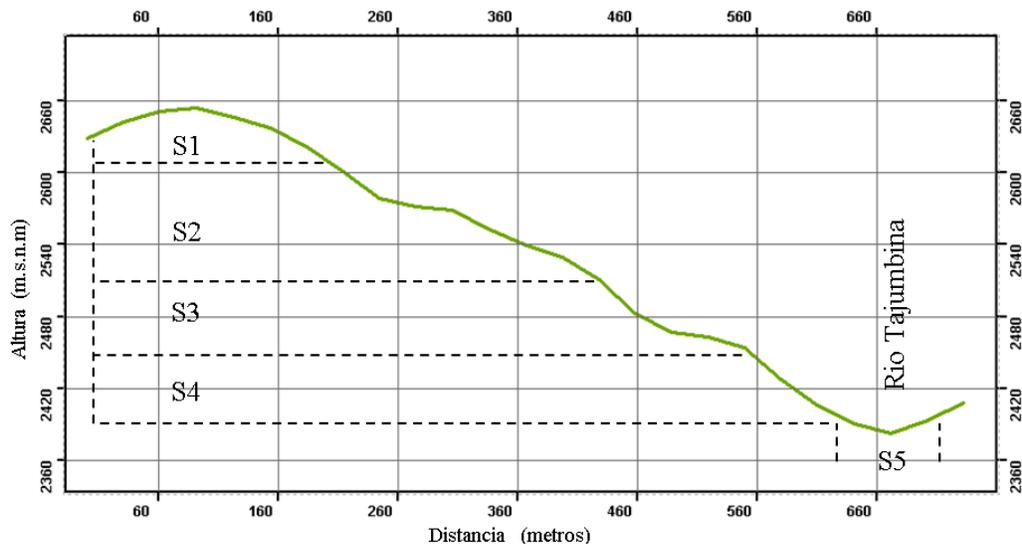


Figura 31 Catena transversal del cañón del río Tajumbina

9.2.2.1.2. Formaciones superficiales (Fs).

Dentro de este sistema morfogénico se han clasificado las formaciones asociadas a los procesos de acumulación que resultan de los fenómenos de remoción en masa o por la acción fluvial (CORPONARIÑO, et al. 2014, p.21).

- **Depósitos coluviales (Dc):** son formaciones que se sitúan en la base de las laderas, ya que el cambio de la pendiente permite que los materiales transportados por la gravedad se ubiquen en este sector. En el área de estudio los depósitos identificados están asociados principalmente a fenómenos de remoción en masa antiguos. En total se reconocieron cuatro depósitos, que cubren un área de 37,2 ha que representa el 0,65 % del total del área de la

microcuenca. Dos de estos se ubican a lo largo de la quebrada Caicuanes, el primero (Figura 32) se identifica en cercanías de la cascada que recibe el nombre de esta misma fuente hídrica, mientras que en la parte baja, sobre los 2300 m.s.n.m, se halla dispuesto otro depósito con forma alargada.

Con características similares en relación a su extensión y forma, también se identificaron de forma paralela al río Tajumbina, dos depósitos que se prolongan sobre el cañón del sector norte de la terraza.



Figura 32. Depósito coluvial ubicado en la quebrada Caicuanes, parte baja de la microcuenca.

Fuente: Pizarro, 2018.

- **Depósitos coluvio-aluviales (Dc-a):** estas unidades geomorfológicas están asociadas a la acumulación de materiales generados por fenómenos de remoción en masa, materiales que posteriormente son transportados por la red hídrica de la zona y depositados en las márgenes del lecho del río. Dentro de esta unidad geomorfológica se clasificaron cinco depósitos con una extensión total de 31.3 ha, que representan el 0,5% del total del área de estudio. Los depósitos se encuentran distribuidos en las márgenes de los ríos Tajumbina, La Palma-Ciénaga y la quebrada

Caicuanes.

Se destaca el depósito de mayor extensión con 9.8 ha, ubicado en la confluencia del río La Palma-Cienaga y el río Tajumbina ya que presenta una forma alargada, en cuya longitud no se presentan grandes variaciones de pendiente y sobre el cual se asienta la población de la vereda El Salado.

Por otra parte, se señala el depósito encontrado en el área de confluencia entre los ríos Tajumbina y la quebrada Caicuanes sobre los 2200 m.s.n.m, situado en la parte baja del cañón tallado por estas corrientes; recalcando que se encuentra delimitado por los grandes escarpes y depósitos coluviales adyacentes.

Así mismo, en un tramo de la quebrada Caicuanes (Figura 33), cercano a la vía que comunica al corregimiento de Tajumbina con el corregimiento de La Estancia, se localiza otro de los depósitos, que al igual que los descritos anteriormente se caracteriza por su forma alargada en la cual la pendiente tiende a suavizarse.



Figura 33. Depósito coluvio-aluvial (línea roja) ubicado en la quebrada Caicuanes, parte baja de la microcuenca.

Fuente: esta investigación.

9.3. Clima

El clima “es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y evoluciones del tiempo, durante un periodo de tiempo en un lugar o región dada” (IDEAM, 2001, p.35). En cuanto a las condiciones atmosféricas, son de gran importancia ya que, junto con otros factores, determinan las características ambientales y las interacciones de una sociedad en un lugar determinado (IAVH Y Universidad de Nariño, 2015, p.33); además se debe tener en cuenta “la interacción que se presenta entre el suelo, la vegetación y la atmosfera, ya que cada elemento juega un papel importante en la modulación del clima” Poveda (2004).

De acuerdo con lo anterior, IGAC (2004) afirma que “las características climáticas de Nariño están determinadas principalmente por los vientos alisios del cono sur, las corrientes oceánicas que llegan sobre la vertiente occidental y la variedad de altitudes que dan lugar a diferentes pisos térmicos”; del mismo modo IGAC (citado por CORPONARIÑO y Universidad de Nariño, 2007) afirma que:

Las diferencias climáticas en el nororiente de Nariño se deben en gran medida a las variaciones altitudinales y que son las diversas formas y configuraciones del relieve, las que influyen sobre el comportamiento atmosférico, determinando la orientación de los vientos, la altura y la frecuencia de las precipitaciones, la humedad relativa y finalmente el establecimiento de una escala de temperatura. (p.28)

En este sentido, para la microcuenca río Tajumbina, se realizó una descripción general de las condiciones climáticas teniendo en cuenta la información suministrada por las estaciones más cercanas (La Cruz, San Bernardo, Hidromayo); las cuales brindaron información sobre las siguientes variables: precipitación, temperatura, brillo solar y humedad relativa. A continuación, se desarrolla la descripción de cada una de estas variables.

9.3.1. Precipitación.

Para analizar el comportamiento medio total mensual de la precipitación en el área de estudio se tuvo en cuenta la información suministrada por las estaciones de: La Cruz, San Bernardo e Hidromayo; entre los años 1981 y 2010. Como se observa en la figura 35, el comportamiento de la precipitación en el área de estudio tiene un régimen bimodal, debido a que existen dos periodos secos y dos periodos lluviosos. El primer periodo seco se distribuye entre los meses de enero y febrero; el segundo periodo seco se distribuye entre los meses de mayo y septiembre. En cuanto a los periodos lluviosos, el primero se extiende desde marzo hasta abril; el segundo periodo lluvioso, se extiende desde octubre hasta diciembre y es el que tiene mayores registros de precipitación. Las anteriores variaciones descritas se explican debido a que según Narváz (2010) la zona de confluencia intertropical (ZCIT) es uno de los procesos responsables en la generación de “lluvia y de aumentar la intensidad y frecuencia de los procesos convectivos en la región andina colombiana”; esto debido a su desplazamiento norte-sur y sur- norte a lo largo del año León, Zea y Eslava (como se citó en IAVH y Universidad de Nariño, 2015, p.503).

Por otra parte, como se observa en la figura 34, se debe tener en cuenta que la cordillera central genera una barrera orográfica la cual condiciona el flujo de los vientos Alisios del sureste, que “influyen notablemente sobre las regiones montañosas, especialmente las localizadas en las vertientes orientales de los ramales cordilleranos” Narváz (2010). Debido a que la microcuenca está ubicada al occidente de la cordillera central, la mayor parte de la humedad queda en los flancos de barlovento (oriente de la cordillera central), mientras que las masas de aire que logran sobrepasar la barrera orográfica llevan consigo menor humedad sobre el lado de sotavento (microcuenca río Tajumbina), generando una menor precipitación con respecto al lado oriental de la cordillera.

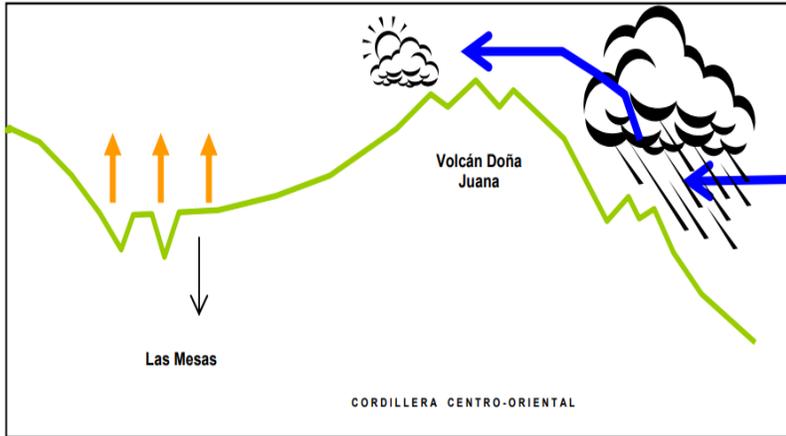


Figura 34. Circulación atmosférica y distribución de lluvias en el complejo volcánico Doña Juana.

Fuente: (Narváez, 2006)

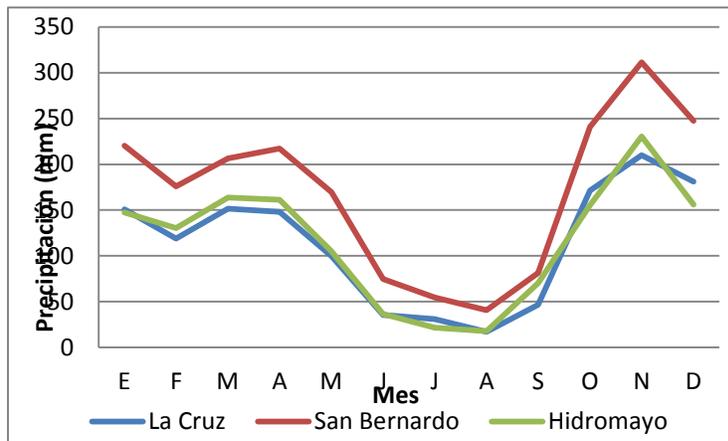


Figura 35. Variación mensual de la precipitación media mensual para la microcuenca río Tajumbina.

Fuente de datos: (IDEAM, 1981-2010).

9.3.2. Temperatura.

Para describir el comportamiento espacio temporal de la temperatura se tuvo en cuenta la información suministrada por la estación de San Bernardo. Como se observa en la figura 36, el comportamiento de la temperatura media en la zona es relativamente estable ya que las variaciones de temperatura media mensual son inferiores a 1 °C; los meses más cálidos son abril y mayo con 16 °C y el mes más frío es julio con 15,4°C. Por otra parte, se debe tener en cuenta la variación altitudinal que se presenta en el área de estudio ya que, como se observa en la figura

37, las partes más bajas de la microcuenca ubicadas a los 2100 m.s.n.m presentan una temperatura aproximada de 16°C y a medida que se asciende altitudinalmente la temperatura disminuye llegándose a presentar valores inferiores a los 6°C en las partes más altas de la microcuenca ubicadas a los 4100 m.s.n.m IAVH y Universidad de Nariño (2015); esto incide en la distribución espacio temporal de la temperatura y “determina, junto con otros factores, los límites de los diferentes tipos de coberturas y los componentes constitutivos de la vegetación y la biota en general” IDEAM (citado por CORPONARIÑO y Universidad de Nariño, 2007, p.30). De acuerdo con lo anterior, se considera que todas aquellas tierras ubicadas por encima de los 3000 m.s.n.m no son aptas para realizar actividades productivas de ningún tipo debido a que en la zona se presentan limitantes asociadas al clima muy frío y extremadamente frío, como por ejemplo: bajas temperaturas, vientos fuertes, alta nubosidad y bajo brillo solar (IGAC, 2014).

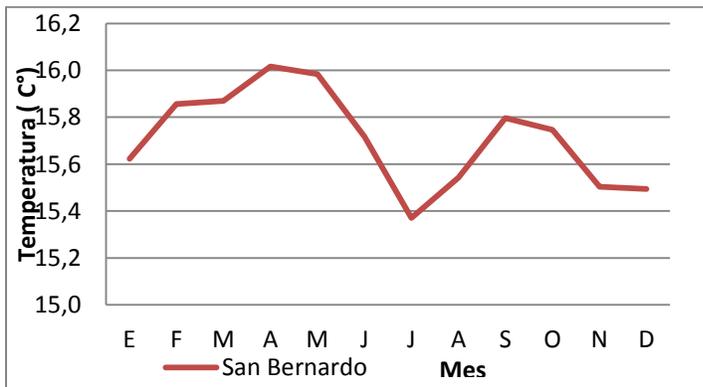


Figura 36. Variación mensual de la temperatura media mensual.

Fuente de datos: (IDEAM, 1981-2010).

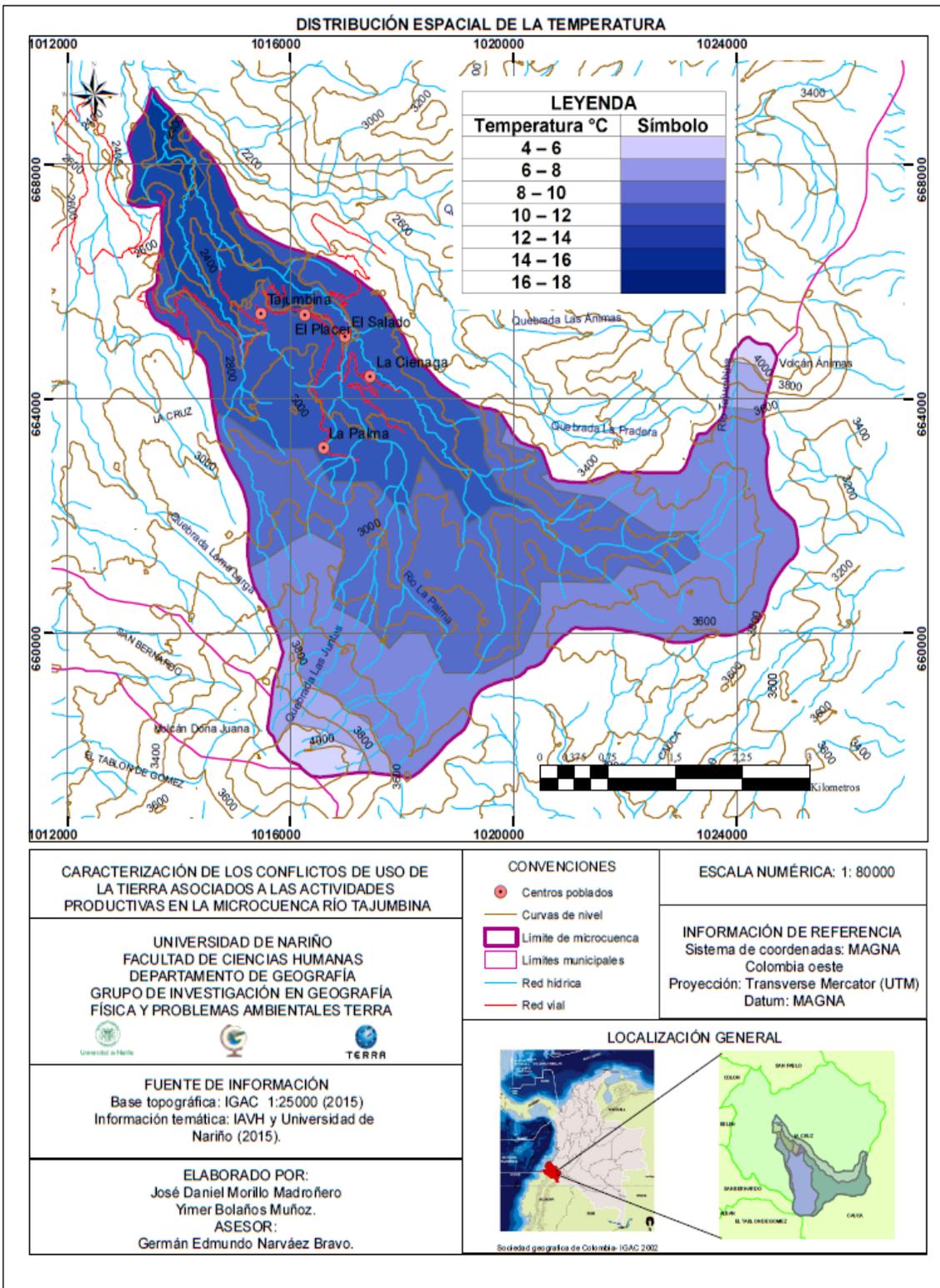


Figura 37. Mapa de la distribución espacial de la temperatura.

9.3.3. Brillo solar.

Para describir el comportamiento del brillo solar (horas/día) se tuvo en cuenta la información suministrada por la estación San Bernardo, la cual arroja un promedio anual de 4 horas diarias de sol, como se puede apreciar en la (Figura 38), el régimen de brillo solar es bimodal donde existen dos periodos con valores iguales o superiores a 4 horas diarias de sol y dos periodos con valores inferiores a 4 horas diarias de sol. En cuanto a los periodos con valores iguales o superiores a 4 horas diarias de sol, se encontró que el primero se presenta en el mes de Enero con 4 horas diarias de sol y el segundo está distribuido entre los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre; siendo Agosto el mes con mayor promedio de brillo solar del año, con 5,3 horas al día. Por otra parte, los dos periodos con menor promedio mensual de brillo solar (horas/día) se encuentran: el primero, entre febrero y mayo, siendo marzo el mes con menor promedio con 3,1 horas día, y el segundo, entre octubre y diciembre siendo noviembre el mes que presenta el menor valor, 3,4 horas día. El comportamiento del brillo solar en la zona es inverso a la precipitación, ya que los meses con mayor brillo solar presentan menor registro de precipitación debido a la baja cobertura de nubes; mientras que los meses con menor brillo solar presentan mayor precipitación.

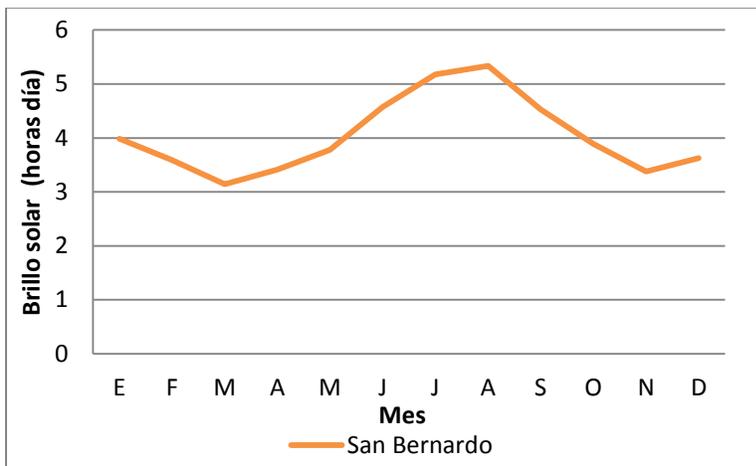


Figura 38. Comportamiento temporal del brillo solar horas día.

Fuente de datos: (IDEAM, 1981-2010).

9.3.4. Humedad relativa.

Para analizar la humedad relativa, se tuvo en cuenta los datos suministrados por la estación San Bernardo (Figura 39). En este orden de ideas, se observa que la humedad relativa tiene un comportamiento similar a lo largo del año con relación a la precipitación; los mayores valores se registran entre octubre y diciembre, siendo este último el mes que presenta el mayor valor 87%; mientras que los menores valores se presentan entre julio y septiembre, siendo septiembre el mes con menor humedad relativa, 77%. Por otra parte, entre enero y junio se presentan valores que oscilan entre el 85% y el 82%.

El comportamiento de esta variable está estrechamente relacionado con la precipitación, debido a que los periodos que presentan mayor precipitación (marzo - abril y octubre - diciembre) coinciden con los periodos que presentan mayor humedad relativa y viceversa.

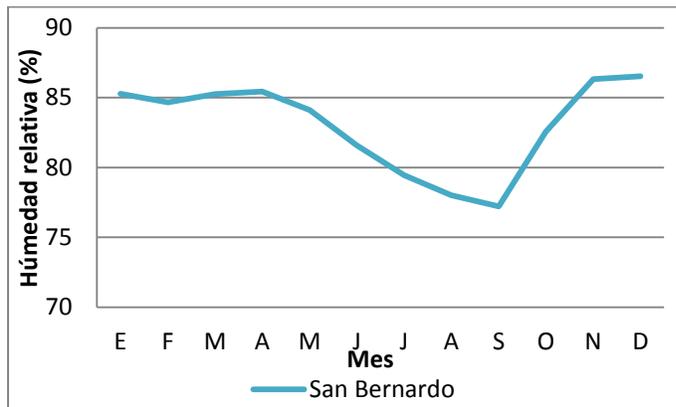


Figura 39. Regimen de humedad relativa.

Fuente de datos: (IDEAM, 1981-2010).

9.4. Suelos.

Para la descripción de las principales características de los suelos, se tuvo en cuenta el “Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Nariño”, elaborado por el IGAC en 2004; este estudio contempla aspectos como: las propiedades físicas y químicas, génesis y taxonomía y la capacidad de uso de las tierras del departamento. Para delimitar las

unidades, simbolizadas por tres letras mayúsculas y una letra minúscula, existentes en el departamento se tuvo en cuenta: el paisaje, representado por la primera letra mayúscula; el clima, representado por la segunda letra mayúscula; la clase cartográfica y sus componentes taxonómicos representados por la tercera letra mayúscula, y una letra minúscula que representa el porcentaje de la pendiente IGAC (2004).

9.4.1. Descripción de las unidades cartográficas y las unidades taxonómicas de los suelos.

En la microcuenca río Tajumbina los suelos son derivados de materiales volcánicos emitidos en diferentes erupciones por los volcanes Doña Juana y Ánimas principalmente; estos materiales han sufrido cambios debido a los procesos naturales y antrópicos que se han desarrollado en la zona y que han influido en la configuración actual de los suelos. Para su delimitación y clasificación se tuvieron en cuenta aspectos como: geología, relieve, geomorfología, clima y sus características físicas y químicas principales; toda esta información está acompañada por su respectivo mapa (Figura 40) en el que cada unidad está delimitada por su respectivo símbolo que consta de tres letras mayúsculas y una minúscula. La primera letra mayúscula hace referencia al paisaje, en este caso: A: paisaje de altiplanicie y M: paisaje de montaña. La segunda letra mayúscula se refiere al clima, en este caso:

E: extremadamente frío húmedo, H: muy frío húmedo y L: frío húmedo.

La tercera letra se refiere a la clase cartográfica y sus componentes taxonómicos. La cuarta letra, la minúscula, indica el porcentaje de las pendientes, como se observa en la tabla 3. Además, el grado de erosión en algunas zonas es moderado, esto es representado con el número (2), situación presentada en la parte baja del área de estudio.

Tabla 3.

Rangos de pendiente y tipos de relieve

Pendiente		
Símbolo	Porcentaje (%)	Calificación del relieve
a	0-3	Plano a ligeramente plano
b	3-7	Ligeramente inclinado
c	7-12	Moderadamente inclinado
d	12-25	Muy inclinado
e	25-50	Moderadamente escarpado
f	50-75	Escarpado
g	>75	Muy escarpado

Fuente: (Alcaldía Municipal de Boavita, 2002).

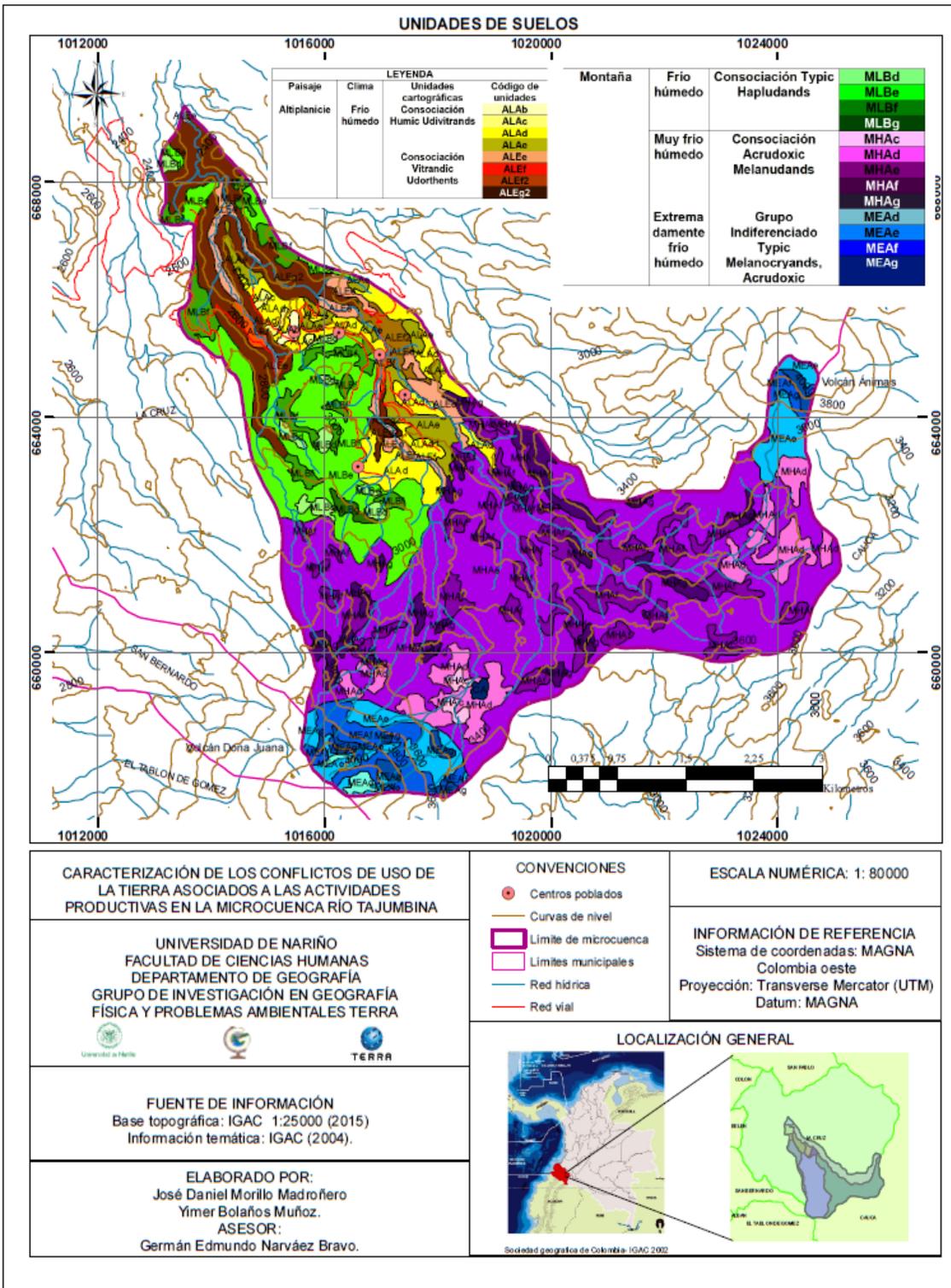


Figura 40. Mapa de unidades de suelos microcuenca río Tajumbina

9.4.1.1. Suelos de altiplanicie.

Son suelos derivados de materiales volcánicos, principalmente flujos piroclásticos de ceniza y pómez, flujos piroclásticos de ceniza y bloques y lavas de composición andesítica y basáltica (SGC y Universidad de Caldas, 2007); localizados en la parte baja de la microcuenca, desde los 2100 hasta los 3000 m.s.n.m aproximadamente, donde se presentan temperaturas que van desde los 12 hasta los 18°C y los relieves son los siguientes: ligeramente inclinado, moderadamente inclinado, muy inclinado, moderadamente escarpado, escarpado y muy escarpado (IGAC, 2004); los afluentes hídricos (río Tajumbina, quebrada Caicuanes, río La Palma) han disectado el paisaje dando lugar a diferentes geofomas, algunas limitadas en sus bordes por escarpes profundos producidos principalmente por procesos erosivos. Las unidades que conforman los suelos de altiplanicie se describen a continuación.

9.4.1.1.1. Suelos de altiplanicie de clima frio húmedo.

Son suelos localizados en la parte baja y media de la microcuenca, en las veredas: La Vega, Loma Alta, Tajumbina, El Placer, El Salado, La Ciénaga, Las Ánimas, La Palma, y en pequeñas áreas de Alto de Ledezma y La Estancia; entre los 2100 y los 3000 m.s.n.m aproximadamente. Son suelos derivados de depósitos volcánicos, principalmente, flujos piroclásticos de ceniza y pómez de grandes espesores intercalados con flujos de ceniza y bloques (SGC y Universidad de Caldas, 2007); el clima es frio y la cobertura de la tierra actual está compuesta por: arbustal denso, arbustal bajo, cultivos de piso térmico frio, pastos, relictos de bosque, bosque ripario, entre otros. A continuación, se describirá las características de las unidades (ALA, ALE) que conforman los suelos de altiplanicie de clima frio húmedo.

- **Consociación Humic Udivitrands (ALAb, ALAc, ALAd, ALAe):** esta unidad se ubica en las siguientes veredas: Tajumbina, El Placer, El Salado, La Palma, La Ciénaga y Las Ánimas,

entre los 2400 y los 2800 m.s.n.m aproximadamente, en clima frío húmedo, con temperaturas que van desde los 12 a los 14°C (IGAC, 2004).

Las geoformas que se encuentran son principalmente terrazas de origen volcánico que han sido disectadas por los afluentes hídricos de la zona, están limitadas en sus bordes por escarpes que dan paso a laderas o cañones con pendientes muy escarpadas; el relieve va desde: ligeramente inclinado, moderadamente inclinado, muy inclinado, hasta moderadamente escarpado.

En cuanto a la cobertura actual de la tierra, se encuentran pastos y cultivos de piso térmico frío como: papa, arveja, granadilla, maíz y amapola principalmente; y pequeñas áreas cubiertas por vegetación natural, en este caso arbustal denso.

La Consociación Humic Udivitrands está conformada por suelos, de la siguiente manera: Humic Udivitrands (Andisoles) en un 45%, son suelos profundos, de textura moderadamente fina sobre gruesa, bien drenados, moderadamente ácidos, de fertilidad moderada y altos en materia orgánica; Typic Udivitrands (Andisoles) en un 40% , son suelos profundos, de texturas moderadamente gruesas, bien drenados, ligeramente ácidos, de fertilidad moderada y medianos en materia orgánica; y por último, la unidad Vitrandic Udorthents (Entisoles) en un 15%, son suelos profundos, de texturas gruesas cascajosas y guijarrosas, excesivamente drenados, fuertemente ácidos, de fertilidad moderada, alta saturación de aluminio y altos en materia orgánica (IGAC, 2004, p.62,63,64).

Estos suelos ocupan un área de 448,7 ha que representan el 7,8 % del área total de la microcuenca y presentan las siguientes fases separadas por pendientes en las siguientes unidades: ALAb, ALAc, ALAd, ALAe.

- **Consociación Vitrandic Udorthents (ALEe, ALEf, ALEf2 y ALEg2):** esta unidad se ubica en las siguientes veredas: La Vega, Loma Alta, La Estancia, Alto de Ledezma, Tajumbina, El Placer, El Salado, Las Ánimas y La Palma; entre los 2100 y los 2600 m.s.n.m aproximadamente, en clima frío húmedo, con temperaturas que van desde los 14 a los 18°C (IGAC, 2004).

Las geoformas que se encuentran son laderas muy escarpadas producto principalmente de la disección de los ríos La Palma y Tajumbina y de la quebrada Caicuanes; se presenta relieve moderadamente escarpado, escarpado y muy escarpado, con pendientes que van desde el 25 hasta >75%.

En cuanto a la cobertura actual de la tierra existe: arbustal denso, herbazal denso de tierra firme con arbustos, arbustal abierto, bosque ripario, pastos y pequeña área de cultivos de piso térmico frío.

La Consociación Vitrandic Udorthents está conformada por suelos: Vitrandic Udorthents 65% (Entisoles), son suelos muy superficiales, de texturas gruesas cascajosas y guijarrosas, excesivamente drenados, fuertemente ácidos, de fertilidad moderada, alta saturación de aluminio y altos en materia orgánica; suelos Humic Udivitrands 25% (Andisoles), son suelos muy superficiales, de texturas gruesas, bien drenados, fuertemente ácidos, de fertilidad moderada y altos en materia orgánica; y Misceláneo de cenizas en un 10 %, aquí no hay desarrollo de suelos (IGAC, 2004, p.68, 69). Esta unidad ocupa un área aproximada de 671 ha que representa el 11,8 % del área total de la microcuenca y presentan las siguientes fases separadas por pendientes en las siguientes unidades: ALEe, ALEf, ALEf2, ALEg2.

9.4.1.2. Suelos de montaña.

Son suelos derivados de materiales volcánicos, como flujos piroclásticos de ceniza y pómez, flujos piroclásticos de ceniza y bloques y lavas de composición andesítica y basáltica SGC y Universidad de Caldas (2007); localizados desde los 2300 hasta los 4100 m.s.n.m aproximadamente, con temperaturas que van desde los 4 hasta los 18°C; los relieves que presenta son los siguientes: ligeramente inclinado, moderadamente inclinado, muy inclinado, moderadamente escarpado, escarpado y muy escarpado (IGAC, 2004); y las geoformas son el resultado de la actividad volcánica y los procesos de modelado generados por la disección de las corrientes hídricas de la zona. Las unidades que conforman los suelos montaña se describen a continuación.

9.4.1.2.1. Suelos de montaña en clima extremadamente frío húmedo.

Son suelos localizados en la parte alta de la microcuenca, más específicamente en las cimas de los volcanes Ánimas y Doña Juana, aproximadamente desde los 3500 hasta los 4200 m.s.n.m, donde se presenta alta nubosidad, fuertes vientos y baja exposición solar; el clima es extremadamente frío, con temperaturas que van desde los 4 hasta los 8°C; y presentan los siguientes relieves: muy inclinado, moderadamente escarpado, escarpado, muy escarpado (IGAC, 2004).

Son suelos derivados de depósitos volcánicos, principalmente flujos piroclásticos, lavas dacitas del plio-plestoceno en el volcán Doña Juana (Steimle, 1989), intercalación de flujos de lava y depósitos piroclásticos de flujo y caída en el volcán Ánimas (SGC y Universidad de Caldas, 2007).

La cobertura actual de la tierra corresponde principalmente a vegetación de páramo compuesta por: arbustal abierto mesófilo, herbazal denso de tierra firme en áreas de páramo –

Pajonal – Frailejonal y herbazal abierto rocoso en áreas de páramo.

La unidad que conforma los suelos de montaña en clima extremadamente frío húmedo en el área de estudio es el Grupo Indiferenciado Typic Melanocryands, Acrudoxic Haplocryands y Misceláneo Rocosos; son suelos extremadamente fríos que corresponden al orden Andisol y no tienen una distribución o posición definida dentro de la unidad. Este Grupo Indiferenciado está compuesto por suelos: Typic Melanocryands en un 40 %, son suelos profundos, de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, bien drenados, muy fuertemente ácidos, fertilidad muy baja, alta saturación de aluminio y altos en la materia orgánica; Acrudoxic Haplocryands en un 30 %, son suelos moderadamente profundos, de texturas moderadamente gruesas, bien drenados, muy fuertemente ácidos, de fertilidad baja, alta saturación de aluminio, altos en materia orgánica; y Misceláneo rocoso en un 30 %, donde no hay desarrollo de suelos (IGAC, 2004, p. 96,97).

Esta unidad ocupa un área de 997,5 ha que representan el 17,5 % del área total de la microcuenca y presentan las siguientes fases separadas por pendientes en las siguientes unidades: MEAd, MEAe, MEAf y MEAg.

9.4.1.2.2. Suelos de montaña en clima muy frío húmedo.

Son suelos localizados en la parte media-alta de la microcuenca, en las veredas: Las Ánimas, La Ciénaga, La Palma y Alto de Ledezma; aproximadamente desde los 2800 hasta los 3500 m.s.n.m, el clima es muy frío, con temperaturas que van desde los 8 hasta los 12° C y presentan los siguientes relieves: moderadamente inclinado, muy inclinado, moderadamente escarpado, escarpado, muy escarpado (IGAC, 2004).

Son suelos derivados de depósitos volcánicos, principalmente flujos piroclásticos y lavas de composición basáltica y andesítica en el sector de la vereda Alto de Ledezma (SGC y Universidad de Caldas, 2007).

La cobertura actual de la tierra corresponde a: bosque denso altoandino, arbustal abierto mesófilo en la parte alta de la unidad, herbazal denso de tierra firme no arbolado y mosaico de pastos y espacios naturales - Arbustal en la parte baja.

La unidad que conforma los suelos de montaña en clima muy frío húmedo en el área de estudio es la Consociación Acrudoxic Melanudands, conformada a su vez por suelos: Acrudoxic Melanudands en un 50%, son suelos muy profundos, de textura moderadamente gruesa, bien drenados, muy fuertemente ácidos, fertilidad baja, alta saturación de aluminio y altos en materia orgánica; Acrudoxic Hapludands en un 30%, son suelos profundos, de textura moderadamente gruesas sobre gruesas, bien drenados, fuertemente ácidos, de fertilidad baja, alta saturación de aluminio y altos en materia orgánica; Typic Placidands en un 10% , son suelos moderadamente profundos , de textura medias sobre moderadamente gruesas, bien drenados, muy fuertemente ácidos, de fertilidad baja y altos en materia orgánica; y Misceláneo rocoso en un 10%, donde no hay desarrollo de suelos; estas unidades de suelos son de orden Andisol (IGAC, 2004, p101, 102).

Esta unidad ocupa un área de 2683,6 ha que representan el 47,1 % del total del área de la microcuenca y presentan las siguientes fases separadas por pendientes en las siguientes unidades: MHAc, MHAd, MHAe, MHAf, MHAg.

9.4.1.2.3. Suelos de montaña en clima frío húmedo.

Son suelos localizados en la parte media y baja de la microcuenca, en las veredas: La Vega, Loma Alta, La Estancia, Alto de Ledezma, El Placer, El Salado, Las Ánimas y La Palma; aproximadamente desde los 2300 hasta los 3100 m.s.n.m, el clima es frío húmedo, con temperaturas que van desde los 12 hasta los 18° C y presentan los siguientes relieves: muy inclinado, moderadamente escarpado, escarpado y muy escarpado (IGAC, 2004).

Son suelos derivados de depósitos volcánicos, principalmente flujos piroclásticos, lavas basáltica y andesítica (SGC y Universidad de Caldas, 2007). La cobertura de la tierra actual corresponde a: arbustal denso, arbustal abierto, pastos limpios, cultivos de piso térmico frío y bosque altoandino fragmentado.

La unidad que conforma los suelos de montaña en clima muy frío húmedo es la Consociación Typic Hapludands; quien a su vez se encuentra conformada por suelos de orden Andisol de la siguiente manera: Typic Hapludands en un 60%, son suelos moderadamente profundos, con texturas moderadamente finas, excesivamente drenados, fuertemente ácidos, fertilidad moderada y altos en materia orgánica; Acrudoxic Fulvudands en un 35%, son suelos muy profundos, de texturas moderadamente gruesas sobre gruesas, bien drenados, extremadamente ácidos, de fertilidad baja, alta saturación de aluminio y altos en materia orgánica; y suelos Lithic Fulvudands en un 5%, superficiales a muy superficiales, excesivamente drenados, desarrollados a partir de cenizas volcánicas, de texturas moderadamente gruesas, “fuertemente ácidos, con alta capacidad catiónica de cambio, baja saturación de bases, bajos contenidos de calcio, magnesio y fósforo, medianos contenidos de potasio, altos en aluminio activo, alta retención de fosfatos, altos en carbono orgánico y fertilidad baja” (IGAC, 2004, p. 108, 109, 110).

Esta unidad ocupa un área de 897,1 ha que representan el 15,7 % del total del área de la microcuenca y presentan las siguientes fases separadas por pendientes en las siguientes unidades: MLBd, MLBe, MLBf, MLBg.

10. Aspectos socioeconómicos

10.1. División político administrativa.

La microcuenca se encuentra integrada por tres corregimientos, Tajumbina, La Estancia y Escandoy. En la (Tabla 4), se consigna el nombre y el número total de veredas que la conforman, donde es posible identificar que la mayor parte de la microcuenca pertenece al corregimiento de Tajumbina con 4123,7 ha que representan el 72,8 % del total del área estudio; seguido del corregimiento de Escandoy con 1142,1 ha que representan el 20 % del total del área de estudio; y con 432,1 ha que representan el 7,6 %, se encuentra el corregimiento de La Estancia.

El río Tajumbina nace en el volcán Ánimas, aproximadamente a los 4150 m.s.n.m y desemboca en el río Mayo sobre los 2050 m.s.n.m; su cauce principal tiene una longitud de 15,5 km y realiza un recorrido oriente-occidente. En total, 109 cauces depositan sus aguas en la corriente principal (CORPONARIÑO y CONIF, 2009); entre estos se destacan: el río La Palma, el cual nace en la parte alta de la microcuenca, hacia la cima del volcán Doña Juana, atraviesa las veredas La Palma y La Ciénaga y deposita sus aguas en el río Tajumbina, en cercanías al centro poblado de El Salado; también se destaca la quebrada Caicuanes, la cual nace en la parte alta del volcán Doña Juana, atraviesa las veredas Alto de Ledezma y La Estancia, y finalmente deposita sus aguas en la parte baja de la microcuenca, en cercanías a las veredas Loma Alta y Tajumbina.

Tabla 4.

Área total y número de veredas que conforman la microcuenca.

Municipio	Corregimiento	Veredas	Área (ha)	Porcentaje (%)
La Cruz	Tajumbina	La Ciénaga, El Salado, La Palma, El Placer, Tajumbina	4123,6	72,3
	La Estancia	Alto de Ledezma, La Estancia, Loma Alta.	432,1	7,6
	Escandoy	La Vega, Las Ánimas.	1142,2	20,1
Total	3	10	5697,9	100

10.2. Características demográficas.

El comportamiento poblacional de las veredas que hacen parte de la microcuenca, se puede observar en la (Tabla 5), donde se ha disgregado la información en base al total de la población, género, número de familias y su distribución según cabecera y resto.

Tabla 5.

Población Total según corregimientos y veredas de la microcuenca.

Corregimiento	Veredas	Población Total (dentro de la microcuenca)	Población total femenina	Población total masculina	N. Familias
Tajumbina	Tajumbina (Cabecera Corregimental)	975	494	481	303
	El Salado	308	153	155	95
	El Placer	221	101	120	76
	La Ciénaga	217	110	107	84
	La Palma	30	14	16	9
Sub Total		1751	879	872	567
La Estancia	Alto de Ledezma	21	12	9	6
	La Estancia	0	0	0	0
	Loma Alta	0	0	0	0
Escandoy	Las Ánimas	14	8	6	3
	La Vega	0	0	0	0
Total		1786	892	894	576

Nota: Sólo se referencia el dato de la población para los habitantes dentro de la microcuenca, ya que los centros

poblados de algunas veredas se encuentran distantes del área de estudio.

La población total de la microcuenca es de 1786 personas, lo cual representa aproximadamente el 9,8 % del total de la población del municipio de La Cruz, teniendo en cuenta que esta asciende a 18.220 personas, de acuerdo al Plan de desarrollo municipal 2015-2018. El corregimiento de Tajumbina alberga el 98 % de la población total asentada en la microcuenca, y la mayor parte se localiza en la cabecera del corregimiento representada por el 55,6%, el resto de la población del corregimiento, se distribuye de forma homogénea entre las veredas: El Salado, El Placer y La Ciénaga con excepción de la vereda La Palma la cual cuenta con un bajo número de habitantes debido a que la población se ha ido desplazando paulatinamente hacia los centros poblados más cercanos. En relación a la población femenina y masculina, no se presentan mayores diferencias en cuanto al número que las componen, representados por un total de 892 y 894 personas respectivamente. Teniendo en cuenta que el número total de familias es de 576, se identificó que en promedio hay 3 personas por familia. De igual forma, teniendo en cuenta que el área total de la microcuenca es de 5697,9 ha, la densidad poblacional se calcula en 31,3 personas por kilómetro cuadrado, dato menor al registrado por el municipio el cual se calcula en 76,8 personas por km² (Alcaldía Municipal de La Cruz, 2016-2019). Este dato inferior se explica básicamente por la distribución y la discontinuidad del tejido urbano, ya que las edificaciones en algunos sectores se encuentran dispersas sobre grandes áreas naturales sin obedecer patrón alguno.

Cabe aclarar que los datos referentes a la población hacen parte de una serie de recorridos y encuestas, dirigidas a los representantes de cada vereda, principalmente presidentes de la junta de acción comunal, quienes manejan un conteo aproximado de la población como requerimiento a los diferentes programas de ayuda provenientes de la alcaldía u otras entidades.

10.3. Características económicas de la microcuenca río Tajumbina.

10.3.1. Contexto económico departamental.

El departamento de Nariño, históricamente se ha caracterizado por fundamentar su economía en el sector primario, principalmente las actividades: agrícolas, ganaderas, de silvicultura y minería; aunque desde finales del siglo XX y principios del siglo XXI la economía del departamento ha cambiado, debido a que paulatinamente el sector terciario se ha convertido en el principal motor de la economía departamental pasando de contribuir el 33% en los años sesenta a 62,7% del PIB para el año 2013, encontrando que sus principales ramas de actividad son: los servicios sociales, comunales y personales, el comercio, los hoteles y restaurantes principalmente (Figura 41); en cuanto al sector secundario, aporta el 15,4% del PIB departamental, siendo este el sector que menos le aporta a la economía del departamento (DANE y Banco de la Republica , 2016).

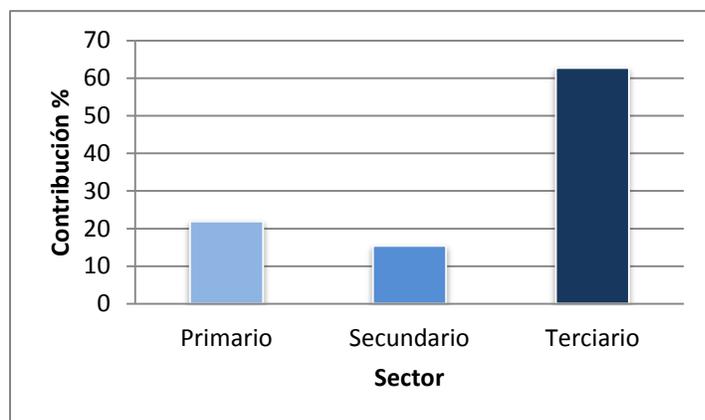


Figura 41. Participación de los sectores primario, secundario y terciario en el PIB de Nariño para el año 2013.

Fuente: (DANE y Banco de la Republica, 2016).

El cambio anteriormente mencionado se explica probablemente por la falta de infraestructura vial, la baja tecnificación en la producción agropecuaria, el aislamiento geográfico, el abandono por parte del estado colombiano, la adopción de medidas aperturistas y la firma de acuerdos comerciales internacionales por el país; todo esto ha contribuido a que el departamento de Nariño

quede rezagado con respecto al resto del país (Revelo y Portilla, 2017). Lo cual se ve reflejado en la baja participación del departamento en la economía nacional, ya que según la Cepal (como se citó en DANE y Banco de la Republica 2015), Nariño ocupó el puesto 18 entre 29 departamentos del país, aportando tan solo el 1,5% del PIB nacional.

10.3.2. Contexto económico municipal.

El municipio de La Cruz está ubicado al nor-orienté de Nariño, a 103 Km de la ciudad de San Juan de Pasto, su extensión es de 237 kilómetros cuadrados que representan el 0,7% de la extensión total del departamento, y está conformado por 6 corregimientos (Cabuyales, La Estancia, Escandoy, Tajumbina, San Fernando y San Rafael); conformados su vez por 46 veredas, la población total del municipio es de 18220 habitantes, 6609 (36,2%) localizados en la cabecera municipal y 11611 (63,7%) en el sector rural (Alcaldía Municipal de La Cruz, 2016-2019).

El municipio basa su economía principalmente en el sector primario, desarrollando la agricultura y la ganadería. En cuanto a la agricultura, debido a que se encuentran los pisos térmicos cálido, templado y frío; existe una gran variedad de productos encontrando que los cultivos con más hectáreas sembradas para el año 2014 según (Alcaldía Municipal de La Cruz, 2016-2019) fueron: la achira con 400 ha, la granadilla con 160 ha, el café con 150 ha y el maíz tradicional con 90 ha; también se encuentran otros cultivos como por ejemplo: tomate de árbol, mora, lulo solo, fique, quinua, frijol, brevo, trigo, ulloco, papa y arveja seca; aunque la extensión sembrada de los mismos ha sido menor con respecto a los anteriores. Con respecto a la ganadería, según el Consolidado Agropecuario de Nariño 2011- 2014 (citado por Alcaldía Municipal de La Cruz, 2016-2019) para el año 2014 se contabilizaron 3903 cabezas de ganado, 3324 de ellas utilizadas para producción de leche. El sector terciario también es de importancia

en el municipio aunque este se desarrolle principalmente en la cabecera municipal, debido a que es allí donde existe mayor facilidad para acceder a los servicios públicos, comercio, hotelería, transporte y comunicación, medios de comunicación, entre otros (Alcaldía de La Cruz, 2000-2008).

10.3.3. La actividad agrícola en la microcuenca río Tajumbina.

En la microcuenca, al igual que en el resto del municipio, la mayor parte de la población se dedica principalmente al sector primario, siendo las actividades agrícola y pecuaria sus principales fuentes de ingreso, aunque también se desarrolla la minería a pequeña escala.

Históricamente la actividad agrícola ha sido un renglón importante en la economía de los habitantes de la microcuenca, encontrando cultivos de piso térmico frío como, por ejemplo: arveja, maíz, papa, granadilla, y actualmente amapola; las veredas con mayores áreas de cultivos para la microcuenca son: El Placer, Tajumbina, El Salado; y en menor medida que en las anteriores las veredas: La Ciénaga, La Palma, Las Ánimas, Alto de Ledezma, La Estancia, Loma Alta y La Vega. Sin embargo, La Alcaldía de La Cruz, en el Esquema de Ordenamiento Territorial 2000-2008, menciona que en el municipio existe una alta concentración de la tierra en pocas manos, situación evidente en la microcuenca debido a que la mayor parte de los predios, principalmente los utilizados para actividades agrícolas, son inferiores a 1 ha encontrado la estructura de minifundio (Figura 42).



Figura 42. Actividad agrícola desarrollada en predios con estructura de minifundio, vereda El Placer.

Fuente: esta investigación.

En este sentido, al igual que en el resto del municipio, en el sector agropecuario se subrayan algunas falencias; “se evidencia la baja presencia de asociatividad, la falta de asistencia técnica integral para los pequeños y medianos productores agropecuarios; conllevando a una baja calidad en la producción y una baja competitividad en el mercado regional y nacional” (Alcaldía Municipal de La Cruz, 2016-2019, p.125); todo esto obliga a muchas de las familias a buscar una mejor fuente de ingresos dedicándose a la producción de un cultivo más rentable, en este caso, el cultivo de amapola el cual es considerado de uso ilícito.

Debido a razones de orden económico y social que afectan al país en general, en la actualidad el cultivo de amapola (Figura 43), ha tomado gran relevancia en el área de estudio, siendo uno de los productos con mayor área sembrada. Esto probablemente se debe a que es el producto más rentable con respecto a los demás cultivos que se producen, sin embargo, dadas las condiciones socioeconómicas de los habitantes del municipio de La Cruz y por ende de la microcuenca, que generalmente siembran en predios cuya extensión es menor a 1 ha, la amapola es un cultivo de subsistencia, al igual que los cultivos tradicionales. Además se debe tener en cuenta que este cultivo genera diferentes problemáticas como la destrucción de las zonas donde aún existe vegetación natural, contaminación de fuentes hídricas, suelos y aire por la utilización de

fertilizantes de amplio espectro, encarecimiento de productos agrícolas que antes se producían en la región, debido al desabastecimiento de los mismos en los mercados locales, altos riesgos económicos para los productores debido a las continuas persecuciones que se presentan por parte del estado a causa de la ilegalidad del producto, y el surgimiento de conflictos sociales a causa de la instalación de grupos al margen de la ley (Alcaldía de La Cruz, 2000-2008).



Figura 43. Cultivo de amapola, vereda El Placer.

Fuente: esta investigación

10.3.4. Actividad pecuaria y minera en la microcuenca río Tajumbina.

La actividad pecuaria se caracteriza por la crianza de especies menores como, por ejemplo: cuyes, gallinas y cerdos, a muy pequeña escala, actividades que generalmente se desarrollan en pequeñas áreas ubicadas cerca de los lugares de residencia, cuyas especies son utilizados para la comercialización en los mercados locales y el consumo de las familias.

Con respecto a la producción de bovinos, se puede evidenciar en el mapa de uso actual (Figura 60) que la parte media-alta de la microcuenca está cubierta por pastos tradicionales como el kikuyo, lo que deja en evidencia que estas zonas son utilizadas para la ganadería extensiva de doble y triple propósito, es decir, ganado vacuno para producción de carne, leche y labor; esta

actividad, al igual que la agricultura, se caracteriza por presentar baja tecnificación y baja rentabilidad.

En relación a la minería, esta actividad se desarrolla en la vereda Alto de Ledezma, en cercanías a la vía que conduce del centro poblado de Tajumbina a la cabecera municipal de La Cruz, en dos puntos donde se extrae materiales para construcción, principalmente triturado; el primero, ubicado a 1321,5 metros y el segundo, ubicado a 3413,9 metros del centro poblado de Tajumbina. Esta actividad se desarrolla de manera poco tecnificada, con pocas medidas de seguridad y no representa una fuente importante de empleo para los habitantes de la zona.

10.3.5. Sector secundario en la microcuenca río Tajumbina.

Los problemas asociados a la dinámica agrícola y pecuaria en la microcuenca, no permiten el establecimiento de estas actividades como único medio de sustentación familiar. En este sentido se han planteado alternativas diferentes de trabajo; como la fabricación de artesanías, donde se destaca la elaboración manual del sombrero de iraca, que constituye la principal actividad económica de las mujeres de las diferentes veredas del corregimiento. Aunque actualmente se incorporen a esta labor un gran número de hombres, como consecuencia de la escases de empleo, malas cosechas y la inestabilidad de los precios en los mercados locales y departamentales. De esta forma la contribución del sector secundario en la economía local, sustentado en la actividad manufacturera, ha registrado un aumento progresivo ya que contribuye a solventar gran parte de los problemas económicos de la población.

10.3.6. Sector terciario: el turismo en la microcuenca río Tajumbina.

El sector terciario, al igual que el sector secundario, presenta un crecimiento gradual, y todavía tiene una baja participación en la economía de los habitantes de la microcuenca.

Dentro de este sector se destaca la actividad económica ligada al turismo, ya que el principal atractivo de la microcuenca hace referencia a las aguas termales de Tajumbina (Figura 44), ubicadas en la vereda El Placer a 1,5 km de distancia de la cabecera corregimental. En este ambiente natural, se destaca la cascada que forma el río Tajumbina, de aproximadamente 20 mts de altura (Figura 45). Este lugar es frecuentado por personas de todo el departamento de Nariño y Cauca, y actualmente se está convirtiendo en una importante fuente de ingresos para el municipio, ya que promueve la actividad comercial de la región.

Además, en el centro poblado de Tajumbina se encuentra un importante centro arqueológico que según Cadavid y Ordoñez (como se citó en Alcaldía de La Cruz, 2000-2008, p.222) “probablemente se extienda sobre toda el área actual del caserío, los flancos de la cañada y una sección relativamente plana al sur de este”. En la zona se ha encontrado material cerámico y más de 317 elementos líticos, pero debido a que no existe la suficiente organización para aprovechar adecuadamente el patrimonio histórico, cultural y ambiental de la zona, se hace necesario que las autoridades municipales y departamentales “diseñen programas y proyectos que le permitan al corregimiento de Tajumbina consolidarse como un distrito turístico, histórico y cultural; aprovechando las potencialidades de la oferta natural y el legado histórico de los Quillacingas Chinchanos” (Alcaldía de La Cruz, 2000-2008, p.223).



Figura 44. Termas de Tajumbina observadas desde el dron Phantom 4 pro.

Fuente: (Pizarro, 2018).



Figura 45. Cascada del río Tajumbina, sector termales.

Fuente: (Pizarro, 2018).

11. Cobertura y uso actual de la Tierra Para el Año 2018

La clasificación de la cobertura de la tierra en la microcuenca río Tajumbina se realizó teniendo en cuenta la metodología “CORINE Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100000” (IDEAM, 2010), la cual está estructurada de manera jerárquica donde se definen cinco tipos de unidades de cobertura de la tierra (territorios artificializados, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas, y superficies de agua); de los cuales y según el nivel de detalle del estudio se derivan nuevos niveles de unidades de cobertura. El presente estudio fue realizado a escala 1:25000 por lo que la unidad mínima de mapeo es de 1,6 hectáreas (ha), así entonces las coberturas con un área inferior al área mínima se anexaron a una unidad de cobertura vecina de tamaño igual o mayor a 1,6 ha.

La microcuenca río Tajumbina, ubicada en el flanco occidental de la cordillera Centro-Oriental, hace parte de la vertiente intra-andina, zona que presenta un régimen predominantemente seco (IAVH y Universidad de Nariño, 2015); debido a que la mayor parte de la humedad transportada por las corrientes de aire queda en el flanco oriental de la cordillera (Narváez, 2010); además se debe tener en cuenta la variación altitudinal del área de estudio, ya que se presentan alturas que van desde los 2100 m.s.n.m hasta los 4100 m.s.n.m lo que incide en la existencia de diferentes tipos de cobertura (IGAC, 2004).

En este sentido, en el área de estudio se identificaron 21 coberturas correspondientes a territorios artificializados 22,9 ha (0,4%); territorios agrícolas 1461,9 ha (25,6%); bosques y áreas seminaturales 4205,7 ha (73,8); áreas húmedas 8,3 ha (0,1 %), (Figura 46). A continuación se realiza una descripción general de cada una de ellas.

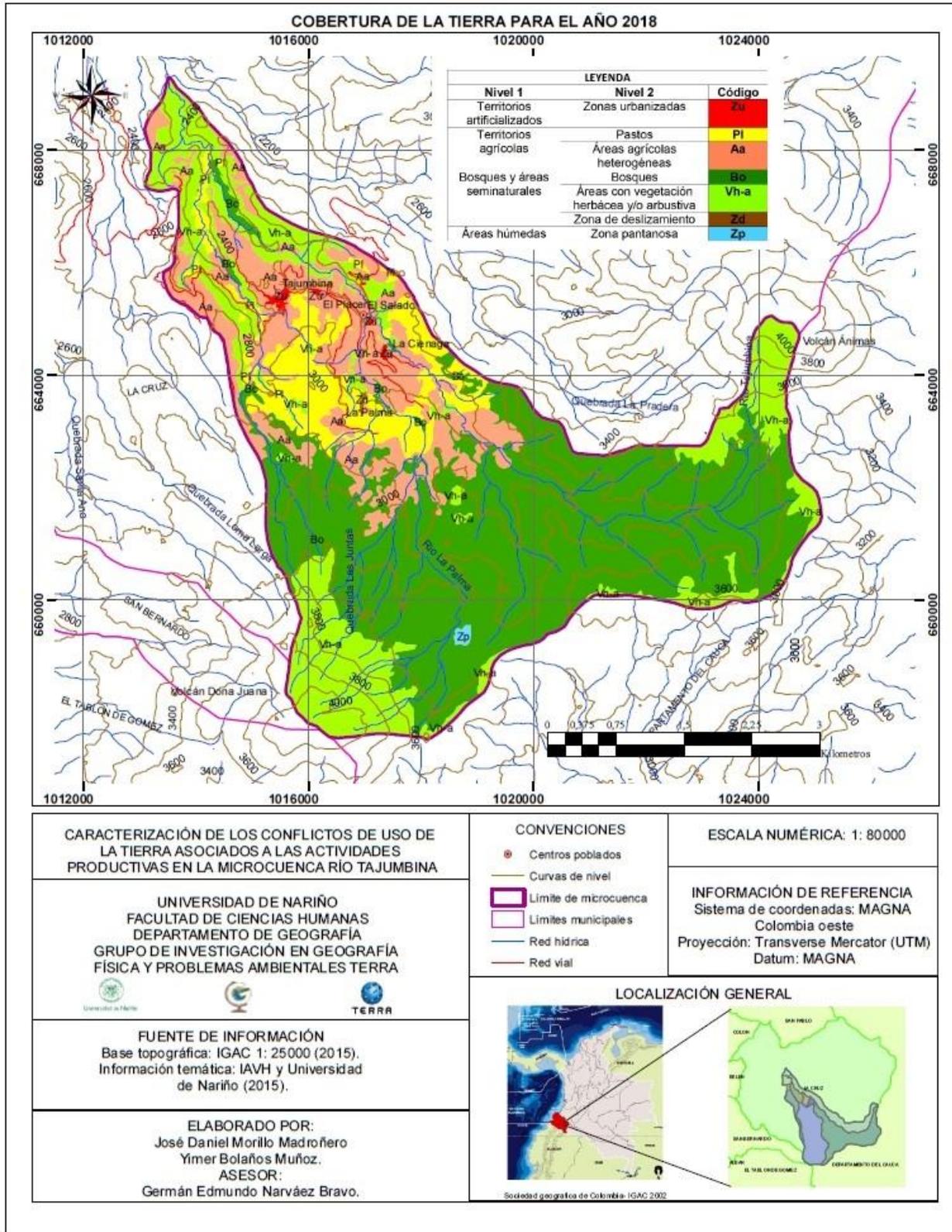


Figura 46 .Mapa de cobertura de la tierra de la microcuenca río Tajumbina, para el año 2018

11.1 Territorios artificializados.

Según (IDEAM, 2010), “comprenden áreas de las ciudades y poblaciones y, aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio de uso del suelo” (p.13); en la microcuenca río Tajumbina se identificaron 22,9 ha correspondientes a territorios artificializados (Tabla 6), las cuales representan el 0,4% del total del área de estudio.

Tabla 6.

Coberturas de territorios artificializados.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Área ha	Código
Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo				10,9	Tuc
		Tejido urbano discontinuo				12	Tud
Total						22,9	

Fuente: esta investigación

11.1.1. Zonas urbanizadas.

En el área de estudio se caracterizan por “presentar territorios cubiertos por infraestructura urbana, espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas” (IDEAM, 2010, p.14).

11.1.1.1. Tejido urbano continuo (Tuc).

Esta unidad está ubicada en la vereda Tajumbina, siendo el centro poblado de la misma, tiene un área de 10,9 ha, correspondientes al 0,2% del total de la superficie del área estudio e incluye: zonas residenciales, red de carreteras con un ancho inferior a 50 m, áreas deportivas, pequeños parques, zonas peatonales, edificaciones de servicios públicos como: escuelas, hospitales y

mercados con su infraestructura asociada (parqueaderos, infraestructuras de comunicación, áreas asfaltadas y verdes); con un área inferior a 1.6 ha. No incluye áreas verdes urbanas que representan más de 20% del área de un polígono, instalaciones de servicios públicos (escuelas, hospitales), mercados, áreas deportivas, pequeños parques y zonas peatonales, cementerios con tamaño superior a 1,6 ha.

11.1.1.2. Tejido urbano discontinuo (Tud).

Esta unidad está ubicada en la parte media de la microcuenca, de la cual hacen parte los centros poblados de las veredas: El Placer, El Salado, La Ciénaga (Figura 47), y Tajumbina tiene un área total de 12 ha, correspondientes al 0,21% del total de la superficie del área estudio; incluye espacios conformados por edificaciones, vías e infraestructura, distribuidas de manera dispersa. Esta unidad incluye casas individuales con jardín y espacios verdes, cultivos, carreteras y caminos, áreas deportivas, pequeños parques y zonas peatonales menores de 1,6 ha. No incluye áreas verdes urbanas, áreas deportivas, pequeños parques y zonas peatonales, carreteras y caminos, cementerios con un área superior a 1,6 ha.



Figura 47. Tejido urbano discontinuo, vereda La Ciénaga, microcuenca río Tajumbina.

Fuente: esta investigación

11.2. Territorios agrícolas.

Son áreas en las que se encuentran cultivos, pastos y áreas agrícolas heterogéneas (IDEAM,

2010); en la microcuenca se identificaron 1461,9 ha, que representan 25,6 % del área total de la misma (Tabla 7).

Tabla 7.

Coberturas de territorios agrícolas.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Área ha	Código
Territorios agrícolas	Pastos	Pastos limpios				519,8	Pl
	Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos de piso térmico frío			176,1	M1c
		Mosaico de pastos y cultivos	Mosaico de pastos y cultivos de piso térmico frío			122,4	M2pc
		Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de cultivos de piso térmico frío, pastos y espacios naturales – Arbustal			123,1	M3cpn
		Mosaico de pastos con espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales – Arbustal			480,1	M4pn
		Mosaico de cultivos con espacios naturales	Mosaico de cultivos de piso térmico frío con espacios naturales – Arbustal			40,4	M5cn
Total						1461,9	

Fuente: esta investigación

11.2.1. Pastos.

Comprende tierras cubiertas con hierba, dedicadas principalmente a pastoreo permanente durante un periodo de dos o más años y su presencia se debe principalmente a la acción antrópica (IDEAM, 2010, p.33). En el área de estudio se identificaron las siguientes unidades.

11.2.1.1. Pastos limpios (Pl).

Esta cobertura comprende tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje mayor a 70%; incluye pastos limpios con un área mayor a 1,6 ha, pastos con presencia esporádica a ocasional de arbustales o árboles, pastos limpios con presencia de área de cultivos con cubrimiento menor al 30 % de área de pastos, infraestructuras asociadas como por ejemplo viviendas rurales y cercas vivas; no incluye pastos naturales y pastos no aptos para el ganado, pastos con densidad de árboles mayor a 30 % del área, pastos limpios con presencia de cultivos y espacios naturales distribuidos en forma dispersa, con área menor a 1,6 ha (IDEAM, 2010, p.33). Se registraron 519,8 ha que representan el 9,1 % del total del área de estudio y están ubicadas en la parte baja de las veredas La Palma (Figura 48), La Ciénaga, la parte media de la vereda Las Ánimas y en algunas zonas de las veredas El Placer, El Salado, Tajumbina, Alto de Ledezma, La Estancia y Loma Alta.



Figura 48. Pastos limpios, vereda La Palma, microcuenca río Tajumbina.

Fuente: (Pizarro, 2018)

11.2.2. Áreas agrícolas heterogéneas.

Son unidades que reúnen dos o más coberturas agrícolas y naturales situadas con un patrón intrincado que dificulta su separación en coberturas individuales, los predios son pequeños y tienen formas geométricas; todo esto está asociado a las formas de tenencia de la tierra y a las características de los suelos y las prácticas de manejo utilizadas (IDEAM, 2010, p.35). En el área de estudio se identificaron las siguientes unidades.

11.2.2.1. Mosaico de cultivos.

Están compuestos por dos o más cultivos con un patrón espacial intrincado que dificulta su separación y su mapificación de manera individual; en conjunto suman un área mayor a 1,6 ha; incluyen una mezcla de cultivos permanentes, anuales o transitorios, donde ninguno de los cultivos representa más del 70 % del área total del mosaico, cultivos bordeados con árboles o arbustos, infraestructuras asociadas con los mosaicos de cultivos (viviendas rurales, vías, árboles o arbustos) con área menor a 1,6 ha; no incluye cultivos anuales, transitorios o permanentes que constituyan más del 70% del área total del mosaico, zonas de cultivos asociados o

entremezclados con áreas de pastos (IDEAM, 2010, p.35).

11.2.2.1.1.

Mosaico de cultivos de piso térmico frío (M1c). Están compuestos por diferentes cultivos que se desarrollan a una temperatura aproximada de 8 a 14° C (Pinza y Jovanny, 2017, p.64), entre los que se encuentran: arveja, maíz, papa, granadilla y amapola; en parcelas inferiores a 1,6 ha. En total, se registraron 176,1 ha correspondientes al 3.1 % del área de estudio y están ubicadas principalmente en las veredas: Tajumbina, El Placer (Figura 49), El Salado, Las Ánimas y en menor medida en La Palma, La Ciénaga y Loma Alta.



Figura 49. Mosaico de cultivos de piso térmico frío, vereda El Placer.

Fuente: esta investigación

11.2.2.2. *Mosaico de pastos y cultivos.*

Son áreas que tienen coberturas de pastos y cultivos donde el tamaño de las parcelas es muy pequeño y la distribución de los lotes es muy intrincado como para mapear de manera individual tanto los cultivos como los pastos. Contiene mezcla de parcelas de pastos y cultivos con un patrón espacial intrincado con un área superior a 1,6 ha, y donde ninguno de los cultivos y las zonas de pastos representan más del 70 % del área total del mosaico, infraestructuras

asociadas con los mosaicos de pastos y cultivos como viviendas rurales, árboles y arbustos y vías (IDEAM, 2010, p.36)

11.2.2.2.1.

Mosaico de pastos y cultivos de piso térmico frío (M2pc). Esta unidad está compuesta por diferentes cultivos de piso térmico frío entre los que se destacan la arveja, el maíz, la papa, la granadilla y la amapola, ubicados en pequeñas parcelas divididas generalmente por cercas vivas (Figura 50); estos cultivos están entremezclados con pastos distribuidos igualmente en pequeñas parcelas inferiores a 1,6 ha; estos cultivos “se desarrollan entre los 2150 y 3250 m.s.n.m, a una temperatura aproximada de 8 a 14° C” (Pinza & Jovanny, 2017, p.65). Se registraron 122,4 ha que representan el 2,1% del total del área de estudio y están ubicados principalmente en la parte media de la microcuenca, en las veredas: Tajumbina, El Placer, La Palma y La Ciénaga.



Figura 50. Mosaico de pastos y cultivos de piso térmico frío, vereda El Placer.

Fuente: (Pizarro, 2018)

11.2.2.3. *Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales.*

Son territorios ocupados por coberturas de cultivos, pastos y espacios naturales mayores a 1,6 ha, las áreas de cultivos y pastos ocupan entre 30% y 70% de la superficie total de la unidad.

Incluye: mezcla de parcelas de pastos, cultivos anuales o transitorios con intercalaciones de espacios naturales principalmente arbustales, infraestructuras asociadas con los pastos manejados

(viviendas rurales y vías); no incluye áreas donde los espacios naturales constituyen más del 70% del área del polígono (IDEAM, 2010, p.36).

11.2.2.3.1. Mosaico de cultivos de piso térmico frío, pastos y espacios naturales – Arbustal (M3cpn).

Esta unidad está compuesta por cultivos y pastos que representan entre el 30% y el 70% de su área total, el resto de cobertura se compone de arbustos. Se registraron 123,1 ha que representan el 2,1 % del total del área de estudio y están ubicados principalmente en la parte media de la microcuenca, en las veredas: Alto de Ledezma, La Palma, El Placer, El Salado, La Ciénaga y Las Ánimas.

11.2.2.4. Mosaico de pastos con espacios naturales.

Esta unidad está constituida principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales, las parcelas de pastos tienen un área menor a 1,6 ha y representan entre el 30 % y 70 % de la superficie total de la unidad; los espacios naturales están conformados principalmente por arbustales y otras áreas no intervenidas o poco transformadas y debido a sus limitaciones biofísicas permanecen en estado casi natural. Esta unidad contiene arbustales con área menor a 1,6 ha, infraestructuras asociadas con los pastos manejados (viviendas rurales, árboles, arbustos y vías); no contiene espacios naturales que representen más del 70% del área del mosaico, pastos arbolados (IDEAM, 2010, p.37).

11.2.2.4.1. Mosaico de pastos con espacios naturales – Arbustal (M4pn).

Esta unidad está compuesta principalmente por coberturas de pastos que representan entre en 30% y el 70 % del total del mosaico, combinados con arbustales (Figura 51). Se registraron 480,1 ha que representan el 8,4 % del área de estudio y están ubicadas en las veredas: Las Ánimas, La Ciénaga, La Palma, Alto de Ledezma y El Salado.



Figura 51. Mosaico de pastos con espacios naturales – Arbustales, vereda Alto de Ledezma.

Fuente: (Pizarro, 2018)

11.2.2.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales.

En esta unidad los cultivos representan entre el 30% y el 70% del total del mosaico, los espacios naturales se presentan como pequeños parches o relictos de bosque o arbustos distribuidos en la unidad; incluye mezcla de áreas de cultivos y espacios naturales mayores a 1,6 ha, infraestructuras asociadas con los cultivos (viviendas, árboles, arbustos, vías, etc.); no incluye áreas donde los espacios naturales son dominantes (IDEAM, 2010, p.37, 38).

11.2.2.5.1. Mosaico de cultivos de piso térmico frío y espacios naturales – Arbustal (M5cn).

Esta unidad está compuesta por cultivos de piso térmico frío entre los que se destacan la arveja, la papa, la granadilla y la amapola y espacios naturales compuestos principalmente por arbustos bajos. Se registraron 40,4 ha que representan el 0,7 % del área de estudio y están ubicados en la parte baja de la microcuenca, en las veredas: Loma Alta, Las Ánimas, Alto de Ledezma y La Palma.

11.3. Bosques y áreas seminaturales.

Esta unidad está compuesta por coberturas vegetales naturales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo; con poca o ninguna intervención antrópica, se desarrollan sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales (Tabla 8); también comprende aquellos territorios constituidos por suelos desnudos resultantes de acciones antrópicas o procesos naturales de degradación (IDEAM, 2010, p.39).

Tabla 8.

Coberturas de bosques y áreas seminaturales.

Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Área ha	Código	
Bosques	Bosque denso	Bosque denso bajo	Bosque denso bajo de tierra firme	Bosque denso altoandino	2858,7	Ba	
					42,3	Bfa	
	Bosque fragmentado	Bosque fragmentado altoandino	Herbazal denso	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	38,4	Bri
					Herbazal denso de tierra firme con arbustos	11,7	Hdna
	Bosque ripario	Herbazal	Herbazal denso	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	108	HdA
					Herbazal denso de tierra firme con arbustos en áreas de páramo – Pajonal – Frailejónal	178,3	HdP
	Áreas con vegetación herbáceo y/o arbustiva	Herbazal	Herbazal abierto	Herbazal abierto rocoso en área de páramo		84,8	HaP
	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	Tierras desnudas o degradadas	Zona de deslizamiento		Arbustal	212,7	Ad
					Arbustal denso	180	Aa
Arbustal abierto					487	Aam	
				Arbustal abierto mesófilo	3,8	Zd	
					4205,7		

Fuente: esta investigación

11.3.1. Bosques.

Esta unidad está compuesta por coberturas naturales o seminaturales, constituidas por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. (IDEAM, 2010, p.39)

11.3.1.1. Bosque denso.

Esta cobertura compuesta por elementos arbóreos que forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo, incluye afloramientos rocosos incluidos dentro del bosque natural con un área menor a 1,6 ha, no incluye vegetación de arbustos (IDEAM, 2010, p.41).

11.3.1.1.1. Bosque denso bajo.

Cobertura compuesta por elementos arbóreos nativos, cuya altura del dosel oscila entre los 5 y los 15 metros, el área de cobertura arbórea representa más del 70% del área total de la unidad (IDEAM, 2010, p.42).

- *Bosque denso bajo de tierra firme.*
- Son bosques localizados en terrenos que no presentan procesos de inundación periódicos y cuya área de cobertura arbórea representa más del 70 % del área total de la unidad, no incluye formaciones típicas de arbustales con un área mayor a 1,6 ha, vegetación secundaria o en transición (IDEAM, 2010, p.43).

- *Bosque denso altoandino (Ba).*
- En el área de estudio esta cobertura se localizó en la parte media-alta de la microcuenca sobre los 2800 y 3000 hasta los 3400 m.s.n.m aproximadamente identificando 2858,7 ha que representan el 50,1% del área de estudio, siendo la unidad con mayor área de cobertura en la microcuenca (Figura 52).



Figura 52. Bosque denso altoandino, parte alta de la microcuenca río Tajumbina.

Fuente: esta investigación

11.3.1.2. Bosque fragmentado.

Comprende coberturas de bosques naturales densos que han sido afectados por los procesos antrópicos, incluyen otro tipo de coberturas como pastos, y cultivos que deben representar entre 5% y 30% del área total de la unidad; no incluye plantaciones forestales (IDEAM, 2010, p.45).

11.3.1.2.1. Bosque fragmentado altoandino (Bfa).

Comprende coberturas de bosques naturales densos que han sido afectados por los procesos antrópicos, incluyen otro tipo de coberturas como pastos, y cultivos que deben representar entre 5% y 30% del área total de la unidad (IDEAM, 2010, p.45). Se registraron 42,3 ha que representan el 0,7 % del área de estudio y están localizadas en las veredas: Las Ánimas, La Palma, Alto de Ledezma y La Ciénaga (Figura 53).



Figura 53. Bosque fragmentado altoandino, vereda Las Ánimas.

Fuente: esta investigación

11.3.1.3. Bosque ripario (Bri).

Comprende coberturas arboladas ubicadas en las márgenes de los cursos de agua, este tipo de coberturas está limitada por su amplitud ya que bordea los cursos de agua y drenajes naturales (IDEAM, 2010, p.46). Se registraron 38, 4 ha que representan el 0,6 % del área de estudio y están ubicadas en las veredas La Ciénaga, Tajumbina (Figura 54), y Las Ánimas.



Figura 54. Bosque ripario en la parte baja de la quebrada Caicuanes.

Fuente: (Pizarro, 2018).

11.3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva.

Comprende coberturas de tipo natural, cuyo habito de crecimiento es arbustivo y herbáceo,

con poca o ninguna intervención antrópica (IDEAM, 2010, p.47).

11.3.2.1. Herbazal.

Cobertura constituida por elementos principalmente herbáceos para esta investigación fueron clasificados de la siguiente manera.

11.3.2.1.1. Herbazal denso.

Unidad conformada por elementos herbáceos que forman una cobertura densa mayor al 70% de ocupación; incluye otras coberturas que representen menos del 30% del total de la unidad, no incluye pastos limpios, pastos enmalezados (IDEAM, 2010, p.48).

- *Herbazal denso de tierra firme.* Unidad compuesta por cobertura natural constituida por herbazal denso, puede contener elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos y se desarrolla en áreas donde no se presentan inundaciones (IDEAM, 2010, p.48).
- *Herbazal denso de tierra firme no arbolado (Hdna).* Cobertura constituida por herbazal denso de tierra firme donde no existe presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos, y en caso de existir no representan más del 2% del área total de la unidad. Se registraron 11,7 ha que representan el 0,2 % del área total de la microcuenca y están ubicadas en la parte media-alta de la misma, rodeados de bosque denso altoandino, en las veredas La Ciénaga y La Palma.
- *Herbazal denso de tierra firme con arbustos (HdA).* Comprende áreas dominadas por vegetación herbácea con presencia de arbustos dispersos que ocupan entre el 2 % y 30 % del área total de la unidad (IDEAM, 2010, p.50). Se registraron 108 ha que representan el 1,9 % de la microcuenca, ubicadas en la parte baja de la microcuenca en las veredas La Estancia, Loma Alta, La Vega y Las Ánimas.
- *Herbazal denso de tierra firme en áreas de páramo (HdP).* Cobertura ubicada por encima de los 3700 m.s.n.m aproximadamente, se registraron 178,3 ha que representan el 3,1% del área

de estudio y están ubicados en las partes altas de los volcanes Ánimas y Doña Juana (Figura 55). (IAVH y Universidad de Nariño, 2015).



Figura 55. Herbazal denso de tierra firme en áreas de páramo – Pajonal – Frailejonal.

Fuente: esta investigación

11.3.2.1.2. Herbazal abierto.

Cobertura constituida por elementos principalmente herbáceos desarrollados en diferentes sustratos, no han sido intervenidos y forman una cobertura abierta que oscila entre el 30% y el 70% de ocupación. IGAC (como se citó en IDEAM, 2010, p.52).

- *Herbazal abierto rocoso en áreas de paramo (HaP)*. Unidad dominada por vegetación natural herbácea y cuya cobertura oscila entre 30% y 70%, no se presentan elementos arbóreos y se desarrolla sobre elementos rocosos y pedregosos (IDEAM, 2010, p.53). Se registraron 84,8 ha que representan el 1,4 % del área de estudio y están ubicadas hacia la cima del volcán Doña Juana entre los 3900 y 4100 m.s.n.m.

11.3.2.2. Arbustal.

Unidad compuesta principalmente por arbustos los cuales según FAO (como citó IDEAM, 2010, p.53), son “plantas perennes, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0,5 y 5m fuertemente ramificado en la base y sin una copa definida”.

11.3.2.2.1. *Arbustal denso (Ad)*.

Cobertura constituida por elementos principalmente arbustivos que representan más del 70% del área total de la unidad, su intervención es nula o escasa, incluye otras coberturas con área inferior a 1,6 ha, coberturas de herbazales; no incluye vegetación secundaria o en transición (IDEAM, 2010, p.53). Se registraron 212,7 ha que representan el 3,7 % del total del área de estudio y están ubicados en la parte media-baja de la microcuenca, en las veredas Las Ánimas (Figura 56), Alto de Ledezma, El Placer, Loma Alta y La Vega.



Figura 56. Arbustal denso en la vereda Las Ánimas.

Fuente: esta investigación

11.3.2.2.2. *Arbustal abierto (Aa)*.

Cobertura constituida por elementos principalmente arbustivos que representan entre 30% y 70% del área total de la unidad, están regularmente distribuidos y forman un estrato de copas discontinuo, su intervención es nula o escasa (IDEAM, 2010, p.53). Se registraron 180 ha que representan el 3,1% del total del área de estudio y están ubicados en la parte baja de la microcuenca, en las veredas Tajumbina, El Placer, Las Ánimas, Loma Alta, La Estancia, La Vega y Alto de Ledezma (Figura 57).



Figura 57. Arbustal abierto en la vereda Tajumbina.

Fuente: esta investigación

- *Arbustal abierto mesófilo (Aam)*. Vegetación constituida por arbustos achaparrados y arboles pequeños (IDEAM, 2010, p.54); en el área de estudio se ubican sobre los 3400 hasta los 3800 m.s.n.m aproximadamente (IAVH y Universidad de Nariño, 2015, p. 107). Se registraron 487 ha que representan el 8,5% del total del área de estudio y están ubicados en las partes altas de los volcanes Ánimas y Doña Juana.

11.3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación.

Unidad constituida por suelos sin o con poca vegetación (IDEAM, 2010, p.55).

11.3.3.1. Tierras desnudas y degradadas.

Corresponden a las superficies sin o con poca vegetación debido a procesos naturales o antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas externas (IDEAM, 2010, p.58).

11.3.3.1.1. Zona de deslizamiento (Zd).

Territorio en el que se han producido fenómenos de remoción en masa debido a procesos naturales o a la intervención antrópica; la vegetación existente en el lugar ha quedado sepultada por los materiales que constituyen la ladera razón por la cual en el momento hay muy poca o escasa vegetación (Figura 58). Se registraron 3,8 ha que representan el 0,1 % del total del área de

estudio.



Figura 58. Zona de deslizamiento en la vereda La Palma. Fuente: esta investigación

11.4. Áreas húmedas.

Coberturas constituidas por terrenos inundables que pueden estar parcialmente cubiertos por vegetación acuática (Tabla 9). (IDEAM, 2010, p.61).

Tabla 9.

Coberturas de áreas húmedas.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Área ha	Código
Áreas húmedas	Áreas húmedas continentales	Zona pantanosa				8,3	Zp

Fuente: esta investigación

11.4.1. Áreas húmedas continentales.

Hace referencia a las zonas inundables donde el nivel freático está a nivel del suelo en forma temporal o permanente (IDEAM, 2010, p.61).

11.4.1.1. Zona pantanosa (Zp).

Unidad que permanece inundada durante la mayor parte del año y donde la capa freática aflora de manera permanente (Figura 59). (IDEAM, 2010, p.61). Se registraron 8,3 ha que representan el 0,14% del total de la microcuenca ubicadas en la parte alta de la microcuenca aproximadamente sobre los 3300 m.s.n.m, en cercanías al volcán Doña Juana.



Figura 59. Pantano de Santo Domingo.

Fuente: esta investigación

11.5. Uso Actual de la Tierra.

Para determinar el uso que el ser humano le está dando actualmente a la tierra se tuvo en cuenta la información contenida en el mapa, anteriormente descrito, de cobertura de la tierra, el cual fue elaborado teniendo en cuenta la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100000 IDEAM (2010); y la metodología utilizada en el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Nariño, Capítulo 6 IGAC (2004); donde se clasifican los tipos de uso existentes en el departamento, utilizando las siguientes clases de unidades cartográficas:

- La consociación: integrada por una clase de uso dominante, en una proporción mayor o igual al 70%.
- La asociación: compuesta por más de una clase de uso, ninguna de las cuales ocupa más del 70% ni menos del 10% del área delimitada; la distribución en el terreno de cada clase de uso es regular y se puede separar individualmente en escalas mayores.
- El complejo: integrado por dos o más clases de uso, distribuidas en un patrón irregular o en áreas muy pequeñas, que dificulta su separación individual aun en escalas mayores a la del levantamiento realizado IGAC (2004).

Teniendo en cuenta lo anterior, para el área de estudio, se determinaron seis clases de uso principales (agrícola, agropecuario, conservación, forestal de protección, pecuario, zonas erosionadas sin uso aparente, y zonas urbanas (Tabla 10 y Figura 60).

Tabla 10.

Tipos de uso actual y área.

Uso actual	Código	Área
Agrícola	A	216,6
Agropecuario	Ap	245,6
Conservación	C	2710,7
Forestal de protección	Fp	1497,8
Pecuario	P	1000,5
Zonas erosionadas sin uso aparente	Ze	3,8
Zonas urbanas	Zu	22,9
Total		5697,9

Fuente: esta investigación

11.5.1. Agrícola

Corresponde a todas aquellas áreas en las que actualmente se desarrolla la agricultura, encontrando cultivos permanentes y transitorios de piso térmico frío entre los que se destacan: la quinua, papa, arveja, achira, granadilla. Este uso ocupa una extensión de 216,6 ha que representan el 3,8 % del total del área de estudio, ubicadas en las veredas: Tajumbina, El Placer, La Palma, La Ciénaga, Las Ánimas, El Salado, Loma Alta y La Vega.

11.5.2. Agropecuario

Esta unidad de uso, está conformada por áreas donde confluyen las actividades agrícolas y pecuarias, en un patrón de distribución regular. En total ocupan una extensión de 245,6 ha equivalentes al 4,3% del área de estudio.

El uso agrícola comprende el establecimiento de cultivos permanentes y transitorios, desarrollados en el piso térmico frío; quinua, papa, arveja, achira, granadilla, entre otros. Respecto a la actividad pecuaria, esta se ve representada en gran medida por el pastoreo extensivo de bovinos establecidos sobre pastos naturales.

11.5.3. Conservación

Representa la unidad de mayor extensión, con un total de 2710,7 ha, equivalentes al 47,6 % del área total de la microcuenca. Se localiza por encima de los 3.300 m.s.n.m, hasta las culminaciones de los volcanes Doña Juana y Animas cuyas cimas oscilan entre los 4100 y 4200 m.s.n.m, entre los cuales se forma un corredor biológico, representado principalmente por vegetación herbácea y arbustiva, perteneciente a los ecosistemas de bosque alto andino y páramo, reconocidos por su función reguladora y riqueza biológica. Bajo esta denominación se encuentra un área protegida legalmente, el Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel.

11.5.4. Forestal de protección

En esta unidad se encuentran las áreas boscosas, localizadas en la parte alta de la microcuenca, perteneciente a las veredas de La Palma y La Ciénaga, entre las cotas de altura de los 3000 m.s.n.m, que marcan el límite de la actividad ganadera característica de esta zona, hasta las proximidades de los 3400 m.s.n.m. Aunque actualmente prevalece la vegetación de la selva altoandina, el acelerado avance de la frontera agropecuaria, está modificando su uso.

De igual forma sobre las laderas del cañón del río Tajumbina y la quebrada Caicuanes, desde los 2800 m.s.n.m, hasta el límite inferior de la microcuenca, se encuentran algunos relictos de bosque clasificados en esta categoría.

En su conjunto, las áreas anteriormente referenciadas componen un área total de 1497, 8 ha, que equivale al 26,3 % del área total de estudio.

11.5.5. Pecuario

Relacionado con áreas de cobertura homogénea de pastos naturales, y en una baja proporción pastos introducidos. Se ubican en la parte media y alta de la microcuenca, en áreas correspondientes a las veredas de La Ciénaga y La Palma. En líneas generales corresponde a terrenos dedicados a la ganadería, que en total suman 1.000,5 ha equivalentes al 17,5 % del área total de estudio.

11.5.6. Zonas erosionadas sin uso aparente

Unidad conformada por 3,8 ha, ubicada en la vereda La Palma, caracterizada por fuertes pendientes y escasa vegetación. En esta zona no se ha establecido ningún tipo de actividad o uso específico, debido a que los fenómenos de remoción en masa han modificado considerablemente las características del terreno.

11.5.7. Zonas urbanas

Son espacios caracterizados, por las edificaciones, e infraestructura asociada, los cuales cubren el terreno de forma discontinua. Este uso, representado por los principales centros poblados del corregimiento de Tajumbina, tiene una extensión total de 22,9 ha, constituyendo tan solo el 0,4 % del área de estudio.

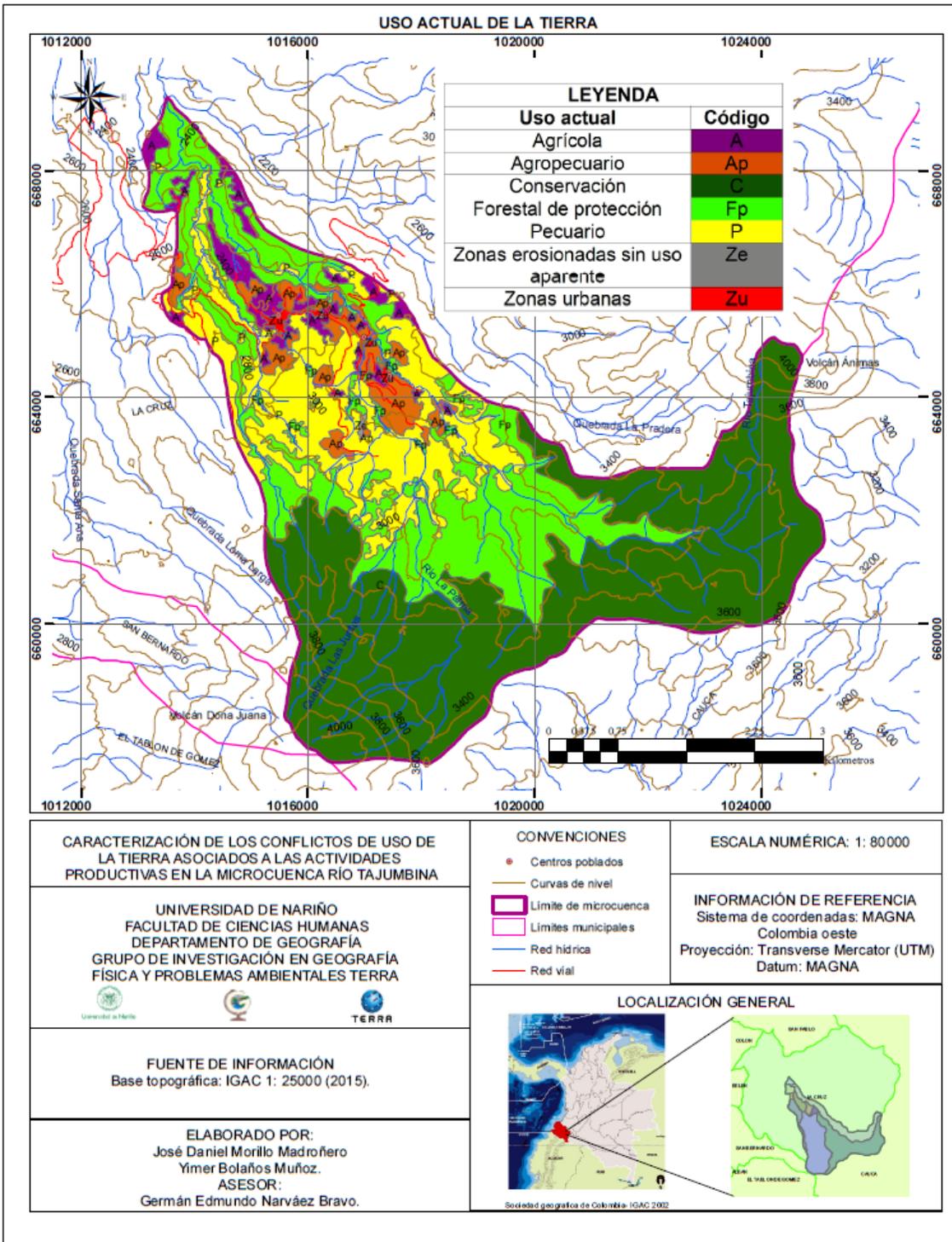


Figura 60. Mapa uso actual de la tierra.

12. Capacidad de Uso de la Tierra

Adaptando la información del componente edáfico consignada en el “Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Nariño” (IGAC, 2004), se elaboró el mapa de suelos de la microcuenca río Tajumbina y su respectiva descripción; lo cual sirvió de base para la categorización de las tierras, teniendo en cuenta la “Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso” (IGAC, 2014), donde se establecen los lineamientos para la determinación de los usos potenciales con fines: agropecuarios, forestales y de protección y conservación; con base principalmente en el número y el grado de las limitaciones que pueden ser generales o específicas. Las primeras hacen referencia a limitaciones globales o permanentes como, por ejemplo: erosión, pendiente, suelo, humedad y el clima ambiental; las segundas se refieren a la clase de limitación específica dentro de la general como, por ejemplo: fertilidad, salinidad, etc. Así entonces, si una limitante es severa la unidad de tierras automáticamente se clasifica en una clase de menor potencial para el uso comercial, sin importar que las demás limitaciones sean de menor grado (IGAC, 2014, p.2).

La metodología anteriormente mencionada clasifica las tierras por su capacidad de uso teniendo en cuenta tres categorías principales, ordenadas de la siguiente manera:

- Clases de capacidad: “agrupa suelos que presentan el mismo grado relativo de limitaciones generales y riesgos en tres grandes grupos. El primero, agrupa tierras con capacidad para ser utilizadas en agricultura y ganadera tecnificada de tipo intensivo o semi intensivo (clases de 1 a 4); el segundo, agrupa tierras que pueden ser utilizadas en forma restringida, en actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales y/o forestales (clases 5-6-7); y el tercero, agrupa tierras que deben ser utilizadas solo en preservación, conservación y ecoturismo (clase 8)” (IGAC, 2014, p.4).

- Subclases de capacidad: “agrupa tierras que poseen el mismo número de factores y grados de limitaciones, entre las que se encuentran: pendiente (p), erosión (e), humedad en exceso (h), suelos (s) y clima (c)” (IGAC, 2014, p.17).
- Grupos de capacidad: “reune tierras de una misma subclase, con el mismo grado y numero de limitaciones especificas comunes, potencialides similares y respuesta similar a las practicas de manejo utilizadas en la explotación. El grupo de capacidad se identifica con un numero arábigo, comenzando con el 1 colocado a continuacion de la subclase y separado por un guión (-); por ejemplo:2p- 1, 2p- 2, 4e- 1, 4e- 2, etc” (IGAC, 2014, p.35).
En este sentido, para el área de estudio se identificaron cinco clases de capacidad de uso (3, 4, 6, 7, 8), (Figura 62), y tres limitantes principales (pendiente, suelos y clima), correspondientes a la categoría subclase de capacidad, las cuales se explican a continuación.

- **Pendiente (p):** se refiere al grado de inclinación de la pendiente expresada en porcentaje (%). Este factor interviene en la escorrentía, el drenaje natural, la infiltración, la clase y grado de erosión y en el uso y manejo de los suelos (IGAC, 2014, p.17).

Para determinar la capacidad de uso de la tierra se ha clasificado la pendiente en siete rangos (Tabla 4), de modo que las unidades de suelos que tienen pendientes entre el 0 y 12 % se clasificaron en la clase de capacidad 3, las unidades de suelos caracterizadas por pendientes entre 0 y 25 % se clasificaron en la clase de capacidad 4, las unidades de suelos con pendientes entre 25 y 50 % se clasificaron en la clase de capacidad 6, las unidades de suelos con pendientes entre 50 y 75 % en la clase de capacidad 7 y las unidades de suelos con pendientes mayores (>) al 75 % se catalogaron en la clase de capacidad 8 (IGAC, 2014, p. 39).

- **Clima (c):** en esta subclase se agruparon los suelos limitados por factores climáticos,

como las bajas temperaturas, vientos fuertes, alta nubosidad y bajo brillo solar; los cuales dificultan el adecuado desarrollo de las actividades productivas. Teniendo en cuenta estos limitantes, en este contexto se restringe el desarrollo de la ganadería o la agricultura de cualquier tipo, condiciones que caracterizan la clase 8, que, para el caso de este estudio, se fija a partir de los 3000 m.s.n.m y se destina solo a la protección. (IGAC, 2014, p. 32, 33).

- **Suelo (s):** esta subclase se califica teniendo en cuenta las características físicas y químicas de las unidades de suelos, que dificultan e impiden el normal desarrollo de las raíces de las plantas y las prácticas de labranza en el suelo. Entre los factores físicos se encuentran la poca profundidad, las texturas gruesas o muy finas y la presencia de fragmentos de roca dentro del suelo o en la superficie del mismo y la de afloramientos rocosos; en cuanto a los factores químicos se encuentran la baja fertilidad, la presencia de sales y sodio, las altas saturaciones de aluminio intercambiable, entre otros factores químicos que limitan el normal crecimiento de las plantas (IGAC, 2014, p. 24).

A continuación, se realiza la descripción de las clases, subclases y grupos de capacidad de uso (tabla 11), teniendo en cuenta aspectos como la ubicación, principales limitaciones, actividades recomendadas y las prácticas de manejo y conservación necesarias para las unidades identificadas.

Tabla 11.

Clases y sub clases de capacidad de uso de la tierra en la microcuenca río Tajumbina

Clase de capacidad	Subclase de capacidad	Unidades de suelos	Área (ha)
3	Suelo	ALAb, ALAc	27,1
4	Pendiente y suelo	ALAd, MLBd	332,6
6	Pendiente y suelo	ALAE, ALAE, MLBe, MHAe	1050,4
7	Pendiente y suelo	ALEf, MLBf, MHAf	262,5
8	Pendiente	ALEf2, ALEg2, MLBg, MHAg	514,5
	Clima	MEAd, MEAe, MEAf, MEAg, MHAc, MHAd, MHAe, MHAf, MHAf	3510,8

Fuente de datos: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Nariño. IGAC, 2004.

12.1. Tierras de clase 3.

Son tierras ubicadas en clima frío húmedo; ocupan áreas con relieves ligeramente inclinados con pendientes entre 3 y 7 %; las principales limitaciones están relacionadas con los factores químicos del suelo y abarcan una extensión de 27,1 ha que representan el 0,4 % del total del área de estudio. Se determinó la siguiente subclase:

12.1.1. Subclase 3s-1.

Unidad ubicada en las veredas El Placer y Tajumbina, incluye las unidades ALAb y ALAc; está conformada por tierras que hacen parte de la Consociación Humic Udivitrands, (IGAC, 2004).

Las principales limitaciones están asociadas especialmente a sus características químicas ya que son ácidos, de baja capacidad catiónica de cambio, mediana saturación de bases, bajos contenidos de calcio, magnesio y fósforo (IGAC, 2004).

Gran parte de estas tierras están dedicadas a la actividad agrícola presentándose mosaico de cultivos de piso térmico frío, como por ejemplo: arveja, papa, maíz, amapola, entre otros.

Las actividades recomendadas para estas tierras son: la agricultura con prácticas moderadas a intensivas de conservación, sembrando cultivos de piso térmico frío como la papa, maíz, arveja, habas, cebada, hortalizas, entre otros; y la ganadería intensiva con pastos de alto rendimiento (IGAC, 2014, p. 8).

Como prácticas de manejo y conservación se requiere: sembrar en sentido transversal a la pendiente, selección y rotación de cultivos y potreros, aplicación de fertilizantes, incorporación de materia orgánica, aplicación de riego y control de plagas malezas y enfermedades (IGAC, 2004, p. 223).

12.2. Tierras de clase 4.

Son tierras ubicadas en clima frío húmedo; ocupan áreas que tienen relieve ligeramente inclinado, moderadamente inclinado y muy inclinado con pendientes inferiores a 25%. Las principales limitaciones están asociadas a la pendiente y a los factores químicos del suelo, abarcan una extensión de 332,6 ha que representan el 5,8 % del total del área de estudio. Se determinó la siguiente subclase:

12.2.1. Subclase 4ps- 1.

Unidad ubicada en las veredas: El Placer, Tajumbina, El Salado, La Ciénaga, Las Ánimas y La Palma; incluye la unidad ALAd, conformada por tierras que hacen parte de la Consociación Humic Udivitrands; también incluye la unidad MLBd, conformada por suelos que hacen parte de

la Consociación Typic Hapludands (IGAC, 2004).

Las principales limitaciones están asociadas principalmente a la pendiente y a las características químicas de los suelos.

Gran parte de estas tierras están dedicados a la actividad agrícola presentándose mosaico de cultivos de piso térmico frío, pastos y en menor medida existen áreas naturales.

Las actividades recomendadas para estas tierras son: la agricultura con cultivos de piso térmico frío como: la papa, maíz, arveja, habas, cebada, hortalizas, entre otros; siempre y cuando se cultiven realizando cuidadosamente prácticas de manejo y conservación; la ganadería realizando buenas prácticas de manejo en los pastos y evitando el sobrepastoreo; y la recuperación y conservación de la vegetación natural en las áreas donde aún existe (IGAC, 2014, p. 9).

Como prácticas de manejo y conservación se requieren: la recuperación y preservación de vegetación natural donde aún existe, selección y rotación de cultivos y potreros, sembrar en curvas de nivel o en sentido transversal a la pendiente, aplicación de fertilizantes, incorporación de abonos verdes, aplicación de riego, control de plagas malezas y enfermedades; en cuanto a la ganadería se debe evitar el sobrepastoreo (IGAC, 2004).

12.3. Tierras de clase 6

Son tierras ubicadas en clima frío húmedo y muy frío, ocupan áreas que tienen relieve muy inclinado con pendientes entre 12 y 25% y moderadamente escarpado con pendientes entre 25 y 50%. Las principales limitaciones están asociadas a la pendiente, al clima y a factores químicos del suelo; abarcan una extensión de 1050,4 ha que representan el 18,4% del total del área de estudio. Se determinó la siguiente subclase:

12.3.1. Subclase 6ps- 1.

Incluye cuatro unidades de suelos: la primera, ALAe, ubicada en las veredas: El Placer, Tajumbina, El Salado, La Ciénaga, Las Ánimas y La Palma; unidad conformada por suelos que hacen parte de la Consociación Humic Udivitrands; la segunda unidad, ALEe, hace parte de la Consociación Vitrandic Udorthents, está ubicada en las veredas: La Palma, La Ciénaga, Las Ánimas, El Placer, Tajumbina, El Salado, Alto de Ledezma, La Estancia, Loma Alta y La Vega; la tercera unidad, MLBe, ubicada en las veredas: La Palma, Alto de Ledezma, El Salado, El Placer, Loma Alta, La Ánimas y La Vega; está conformada por suelos que hacen parte de la Consociación Typic Hapludands; y la cuarta unidad, MHAe, hace parte de la Consociación Acrudoxic Melanudands, ubicada en las veredas La Palma, La Ciénaga y La Ánimas; (IGAC, 2004).

Las principales limitaciones para estas unidades están asociadas principalmente a la pendiente moderadamente escarpada (25-50%) y a las características químicas de los suelos.

Los suelos que hacen parte de las unidades ALAe y MLBe están dedicados a la actividad agrícola presentándose mosaico de cultivos de piso térmico frío con pastos y espacios naturales - Arbustal; mientras que los suelos que hacen parte de la unidad ALEe están cubiertos por arbustal denso y pastos principalmente; y los suelos que hacen parte de la unidad MHAe están cubiertos por bosque denso altoandino y pastos con espacios naturales - Arbustal

Las actividades recomendadas para estas tierras son: recuperación y conservación de la vegetación natural, implantación de sistemas agroforestales desarrollando prácticas de manejo adecuadas para evitar la acción de los procesos erosivos, ganadería extensiva evitando el sobrepastoreo y con buen manejo de potreros; en cuanto a la agricultura, se podría desarrollar si se implementan practicas adecuadas de manejo y conservación de suelos (IGAC, 2014, p. 12).

Como prácticas de manejo y conservación se requieren: restauración y preservación de la vegetación natural, selección y rotación de cultivos y potreros, sembrar en curvas de nivel o en sentido transversal a las pendientes, aplicación de fertilizantes, incorporación de abonos verdes, aplicación de riego, control de plagas malezas y enfermedades, y en cuanto a la ganadería se debe evitar el sobrepastoreo y la sobrecarga de ganado (IGAC, 2004).

12.4. Tierras de clase 7

Son tierras ubicadas en clima frío húmedo, ocupan áreas donde el relieve es predominantemente escarpado con pendientes entre 50 y 75%. Las principales limitaciones están asociadas a la pendiente y a los factores químicos del suelo; abarcan una extensión de 262,5 ha que representan el 4,6 % del total del área de estudio. Se determinó la siguiente subclase:

12.4.1. Subclase 7ps- 1.

Incluye tres unidades: la primera, ALEf, ubicada en las veredas: Alto de Ledezma, Tajumbina, El Salado, La Ciénaga, Las Ánimas y La Palma; hace parte de la Consociación Vitrandic Udorthents; la segunda unidad, MLBf, ubicada en las veredas: Las Ánimas, Loma Alta, Alto de Ledezma, El Placer, El Salado y La Palma; está conformada por suelos que hacen parte de la Consociación Typic Hapludands; y la tercera unidad, MHAf, hace parte de la Consociación Acrudoxic Melanudands (IGAC, 2004).

Las principales limitaciones están asociadas principalmente a la pendiente escarpada (50-75%) y a las características químicas anteriormente descritas.

En la actualidad los suelos de la unidad ALEf están cubiertos por: pastos, arbustal denso, bosque ripario y mosaico de cultivos de piso térmico frío; los suelos de la unidad MLBf están cubiertos por arbustos denso, pastos limpios y en menor medida cultivos de piso térmico frío; y los suelos de la unidad MHAf están cubiertos por pastos, arbustal denso y bosque denso

altoandino,

El uso recomendado para estas tierras es el de protección, recuperando la vegetación natural, donde fue talada, y protegiéndola donde aún existe con el fin de no afectar negativamente el suelo, el recurso hídrico, y las especies vegetales y animales; excepcionalmente y extremando las medidas de conservación se podría realizar un uso sostenible del recurso forestal de tipo productor o establecer sistemas agroforestales con prácticas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión; en cuanto a la ganadería, se debe excluir totalmente del área ocupada por las tierras de esta unidad (IGAC, 2014, p. 13).

12.5. Tierras de clase 8.

Son tierras ubicadas en clima frío húmedo, muy frío húmedo y extremadamente frío húmedo; ocupan áreas donde el relieve es: moderadamente inclinado, muy inclinado, moderadamente escarpado, escarpado y muy escarpado, con pendientes entre 7 % y mayores a 75 %; las principales limitaciones están asociadas a la pendiente y el clima; abarcan una extensión de 4025,3 ha que representan el 70,7 % del total del área de estudio. Se determinaron las siguientes subclases:

12.5.1. Subclase 8p-1.

Incluye las siguientes unidades: ALEf2, ALEg2, ubicadas en las veredas: La Vega, Loma Alta, Las Ánimas, La Estancia, Alto de Ledezma, Tajumbina, Las Ánimas, La Palma, La Ciénaga y El Placer; hacen parte de la Consociación Vitrandic Udorthents; la unidad MLBg, ubicada en la vereda La Palma, está conformada por suelos que hacen parte de la Consociación Typic Hapludands; y pequeñas áreas correspondientes a las unidades MHAg, ubicadas por debajo de los 3000 m.s.n.m en las veredas La Ciénaga y Las Ánimas, conformada por unidades que hacen parte de la Consociación Acrudoxic Melanudands (IGAC, 2004).

Las principales limitaciones para las unidades ALEf2, ALEg2 y MLBg; están asociadas principalmente a la pendiente escarpada (50-75%) y muy escarpada (>75%); a sus características químicas y además presentan erosión; en la actualidad estos suelos están cubiertos por: arbustal abierto, herbazal denso de tierra firme con arbustos, pastos y bosque denso altoandino; en ellos no se debe desarrollar ninguna actividad agropecuaria, se requiere recuperar la vegetación natural, donde fue talada y protegerla, donde aún existe con el fin de no afectar negativamente el suelo, el recurso hídrico, y las especies vegetales y animales. En estas tierras no se debe desarrollar ninguna actividad agropecuaria.

12.5.2. Subclase 8c-1.

Subclase conformada por las unidades MEAd, MEAe, MEAf y MEAg; ubicadas desde los 3500 hasta los 4200 m.s.n.m aproximadamente, en las cimas de los volcanes Ánimas y Doña Juana, estas unidades hacen parte del Grupo Indiferenciado Typic Melanocryands, Acrudoxic Haplocryands y Misceláneo Rocoso (IGAC 2004).

Estas unidades presentan limitaciones de “fuerte a extremadamente severas por clima debido a las bajas temperaturas, fuertes vientos, alta nubosidad, poco brillo solar, y alta humedad relativa” (IGAC, 2004); otra limitante son las pendientes que van desde 12 hasta superiores al 75% y las características físicas y químicas de los suelos; además por su importancia ecosistémica hacen parte del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.

Estas tierras están cubiertas en su totalidad por vegetación natural, encontrándose: herbazal abierto rocoso en áreas de páramo, herbazal denso de tierra firme en áreas de páramo – Pajonal – Frailejón, arbustal abierto mesófilo y bosque denso altoandino. Estas unidades están destinadas únicamente para conservación.

De esta subclase también hacen parte las unidades MHAc, MHAd, MHAe, MHAf y MHAg; ubicadas desde los 3000 hasta los 3500 m.s.n.m aproximadamente; hacen parte de la Consociación Acrudoxic Melanudands (IGAC, 2004).

La principal limitación de estas unidades es el clima debido a las “bajas temperaturas, la alta nubosidad, las frecuentes heladas y la alta humedad relativa” (IGAC, 2004, p245); aunque también se encuentran limitantes como las pendientes entre el 12 y mayores al 75% y las características químicas del suelo, adicional a esto gran parte de esta unidad hace parte del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel cuyo límite está establecido sobre los 2900 m.s.n.m aproximadamente. Están cubiertos en su totalidad por vegetación natural, encontrándose: bosque denso altoandino y herbazal denso de tierra firme no arbolado. Estas unidades están destinadas únicamente para conservación.

Otras unidades que corresponde a estas subclases son: MLBd y MLBe; ubicadas en las veredas La Palma y Alto de Ledezma; sobre los 3000 m.s.n.m; está conformada por suelos que hacen parte de la Consociación Typic Hapludands (IGAC, 2004)

Las principales limitaciones están asociadas principalmente a las bajas temperaturas, la pendiente y a sus características químicas; están cubiertos por bosque denso altoandino y pastos.

Las actividades recomendadas para estas tierras son únicamente la recuperación y conservación de la vegetación natural.

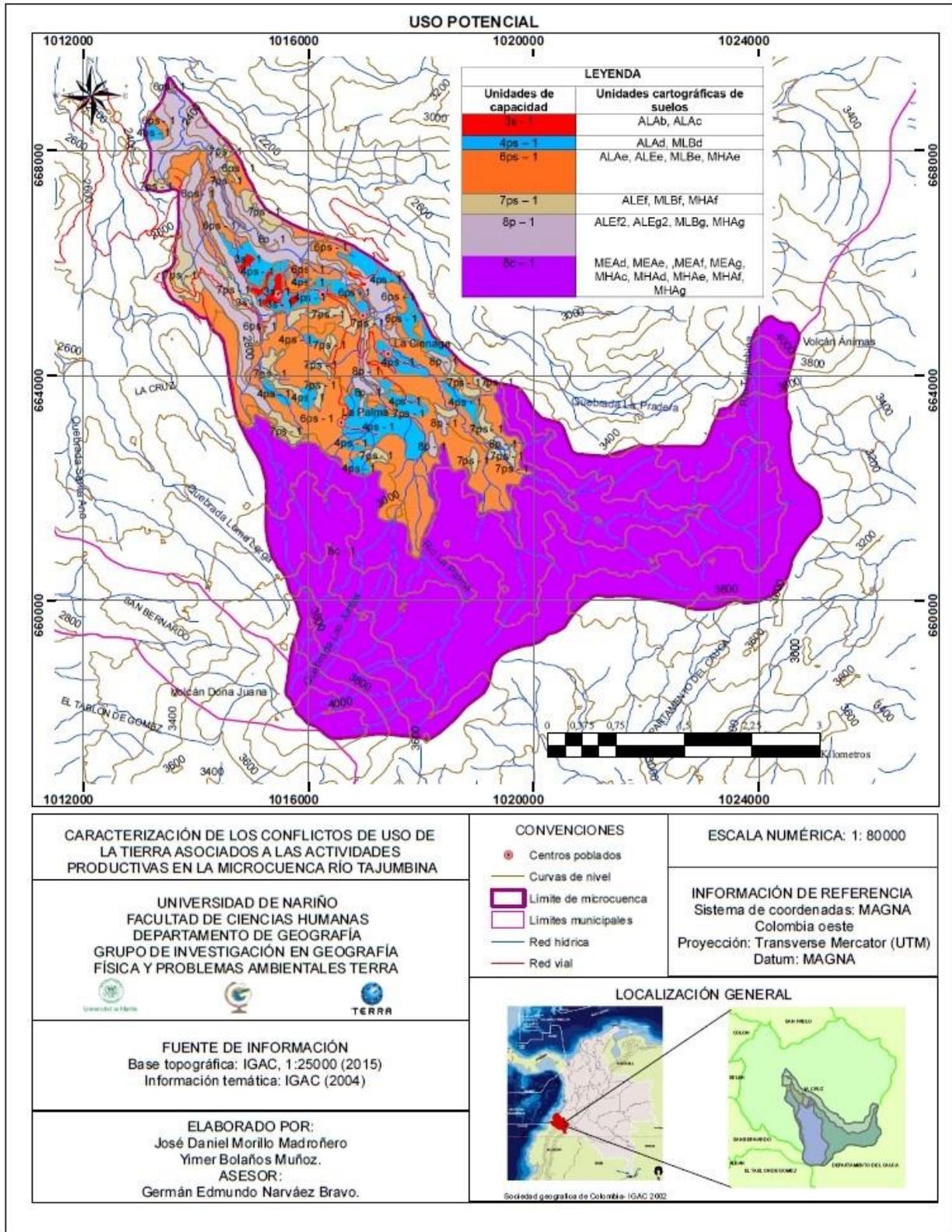


Figura 61 Mapa de capacidad de uso de la tierra de la microcuenca río Tajumbina.

13. Conflictos de uso de la tierra.

Teniendo en cuenta que los conflictos de uso, son el resultado de la comparación entre el uso actual con la capacidad de uso de la tierra, en este capítulo se integran los elementos expuestos en el componente físico-natural y social, enmarcados en los objetivos anteriores, cuya correlación permitió la identificación y clasificación de los conflictos de uso, presentes en la microcuenca del río Tajumbina (Figura 62).

De esta forma, partiendo del traslape y la superposición de los mapas de uso y capacidad de uso, se identificaron las áreas bajo conflicto y aquellas en las que hay un uso adecuado, referenciando su ubicación, extensión y su grado de intensidad. Para su elaboración se tuvo en cuenta el estudio titulado “Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del país, capítulo IV” elaborado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (IGAC y CORPOICA, 2002); donde se establecen lineamientos metodológicos para la identificación y clasificación de los conflictos de uso de la tierra en Colombia.

En este sentido, para la clasificación de los conflictos se estructuró una matriz de decisión donde se determinó la concordancia o discrepancia entre el uso actual y la capacidad de uso de la tierra (Tabla 12); en función de lo cual se catalogaron los tipos de conflicto (adecuado, sobreutilización y subutilización), con sus respectivos grados de intensidad (ligera, moderada y severa), resultantes del mayor o menor grado de discrepancia en el uso que presentan, como se señala a continuación (IGAC y CORPOICA, 2002, p.24).

- **Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado (A):** son tierras donde el uso actual no causa deterioro ambiental, se recomienda mantener el uso actual o desarrollar usos alternativos incorporando tecnologías de producción y medidas que prevengan el

deterioro de las tierras con el fin de evitar algún tipo de conflicto (IGAC y CORPOICA, 2002, p.24).

- **Conflictos por subutilización (S):** son tierras donde el uso actual dominante es menos intenso en comparación con su capacidad de uso. Esta clase presenta tres grados de intensidad; el primero, **subutilización ligera (S1)**, hace referencia a tierras donde el uso actual es muy cercano al uso principal, por ende a los usos compatibles, pero que se ha evaluado como de menor intensidad al recomendado; el segundo, **subutilización moderada (S2)**, hace referencia a tierras donde el uso actual está por debajo en dos niveles de la capacidad de uso de la tierra recomendada; y el tercero, **subutilización severa (S3)**, hace referencia a tierras donde el uso actual está muy por debajo, en tres o más niveles, al uso recomendado (IGAC y CORPOICA, 2002, p.25).
- **Conflictos por sobreutilización (O):** son tierras donde el uso actual es más intenso en comparación con su capacidad de uso, de acuerdo a sus características agroecológicas; sobrepasando su capacidad natural productiva y generando graves riesgos de tipo ecológico y social. Esta clase presenta tres grados de intensidad; el primero, **sobreutilización ligera (O1)**, hace referencia a tierras donde el uso actual es muy cercano al uso principal, pero que se ha evaluado con un nivel de intensidad mayor al recomendado y por ende al de los usos compatibles; el segundo, **sobreutilización moderada (O2)**, hace referencia a tierras donde el uso actual se encuentra por encima, en dos niveles, del recomendado teniendo en cuenta su capacidad de uso, es frecuente encontrar rasgos visibles de deterioro de los recursos, en especial la presencia de procesos erosivos activos; el tercero, **sobreutilización severa (O3)**, son tierras donde el uso actual supera en tres o más niveles el uso principal recomendado teniendo en cuenta

su capacidad de uso, presentándose evidencias de degradación avanzada de los recursos, tales como procesos erosivos severos, disminución marcada de la productividad de las tierras, procesos de salinización entre otros (IGAC y CORPOICA, 2002, p.25,26).

Tabla 12

Matriz de decisión de conflictos de uso de la tierra.

Uso Actual	Capacidad de uso						
	III _s - 1	IV _{ps} - 1	VI _{ps} - 1	VII _{ps} - 1	VIII _p - 1	VIII _c - 1	Zona erosionada sin uso aparente
Agrícola	O1	O2	O3	O3	O3	O3	NA
Pecuario	O1	O1	O2	O3	O3	O3	NA
Agropecuario	O1	O2	O3	O3	O3	O3	NA
Forestal de protección	NA	S1	A	A	A	A	NA
Conservación	NA	NA	A	A	A	A	NA
Zona erosionada sin uso aparente	NA	NA	NA	NA	NA	NA	A
Zonas urbanas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Teniendo en cuenta lo anterior, en el área de estudio se identificaron cuatro tipos de conflictos (Figura 62), tres de ellos asociados a la sobreutilización (ligera, moderada y severa) que suman un total de 1458 ha que representan el 25,5 % del total del área de estudio y uno asociado a la subutilización (ligera) el cual ocupa un área de 3,7 ha que representan el 0,06 % del total del área de estudio; en cuanto a las tierras donde no existe conflicto o su uso es adecuado, se encontraron

un total de 4213,3 ha que representan el 73,9 % del total del área de estudio (Tabla 13).

A continuación, se realiza la descripción de las clases y grados de intensidad de los conflictos de uso de la tierra identificados en la microcuenca río Tajumbina.

Tabla 13.

Tipos de conflicto de uso de la tierra y área ocupada.

Tipos de conflictos de uso de la tierra	Área ocupada	
	Hectáreas	%
Adecuado	4213,3	73,9
Subutilización ligera	3,7	0,06
Sobreutilización ligera	195,7	3,4
Sobreutilización moderada	651,9	11,4
Sobreutilización severa	610,4	10,7
Zonas urbanas	22,9	0,4
Total	5697,9	100

13.1. Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado.

En estas tierras el uso actual coincide con su capacidad de uso, ocupan el mayor número de hectáreas en la microcuenca con 4213,3 ha que representan en 73,9 % del total del área de estudio; están ubicadas en la parte alta y baja de la microcuenca. Su uso actual es el de conservación y forestal de protección; en la parte alta de la microcuenca se presenta una extensión considerable que hace parte del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel. Estas tierras están cubiertas por vegetación natural encontrando: arbustal abierto, arbustal abierto mesófilo, arbustal denso, bosque denso altoandino, herbazal abierto

rocoso en áreas de páramo, herbazal denso de tierra firme con arbustos, herbazal denso de tierra firme en áreas de páramo - Pajonal – Frailejonal, herbazal denso de tierra firme no arbolado y la zona pantanosa.

13.2. Conflictos por sobreutilización

Las tierras con conflictos por sobreutilización identificadas en la microcuenca río Tajumbina ocupan un área de 1458 ha que representan el 25,5 % del total de área de estudio; estos conflictos se subdividen en tres intensidades de la siguiente manera:

13.2.1. Tierras con conflictos por sobreutilización ligera

Las tierras con este conflicto ocupan un área de 195,7 ha que representan el 3,4 % del total del área de estudio; están ubicadas en la parte media de la microcuenca, en las veredas: Tajumbina, Las Ánimas, La Palma, La Ciénaga, El Salado y El Placer. Su uso actual está asociado a las actividades agrícolas y ganaderas, encontrando cultivos de piso térmico frío como papa, maíz, grandilla, arveja, amapola, entre otros; y pastos.

Las principales causas asociadas a la sobreutilización ligera de las tierras en la microcuenca río Tajumbina están relacionadas con la propiedad, el tamaño y la tenencia de la tierra, ya que en la mayor parte de las zonas de la microcuenca donde se desarrollan actividades productivas la estructura de los predios es el minifundio, lo que obliga a las familias a extraer el mayor beneficio posible de las tierras, sin el desarrollo de adecuadas prácticas de manejo y conservación de suelos, generando bajos ingresos a las familias y el deterioro paulatino de tierras que son aptas para el desarrollo de agricultura y ganadería.

Se recomienda que las actividades productivas establecidas en estas tierras se desarrollen teniendo en cuenta prácticas de manejo y conservación como: el sembrar en sentido transversal a la pendiente, selección y rotación de cultivos y potreros, aplicación de fertilizantes,

incorporación de materia orgánica, aplicación de riego y control de plagas, malezas y enfermedades (IGAC, 2004, p. 223).

13.2.2. Tierras con conflictos por sobreutilización moderada

Las tierras con este conflicto ocupan un área de 651,9 ha que representan el 11,4 % del total del área de estudio; están ubicadas principalmente en la parte media de la microcuenca, en las veredas: Loma Alta, Tajumbina, Las Ánimas, La Palma, La Ciénaga, El Salado, El Placer y Alto de Ledezma. Su uso actual está asociado a las actividades agrícolas y ganaderas, encontrando cultivos de piso térmico frío como papa, maíz, grandilla, arveja, amapola, entre otros; y pastos. Al igual que las tierras con conflictos por sobreutilización ligera, las principales causas asociadas a la sobreutilización moderada en la microcuenca están relacionadas con la sobreexplotación de las tierras, el desarrollo de actividades productivas en áreas con relieve muy inclinado (12 - 25 %) sin tener en cuenta adecuadas prácticas de manejo y conservación de suelos.

Las principales consecuencias de la sobreutilización moderada son el deterioro paulatino de las tierras de la microcuenca, afectación del recurso hídrico y generación de bajos ingresos a los habitantes de la zona.

Se recomienda la recuperación y conservación de la vegetación natural en las áreas donde aún existe y que las actividades productivas establecidas en estas tierras se desarrollen teniendo en cuenta prácticas de manejo y conservación como: el sembrar en sentido transversal a la pendiente, selección y rotación de cultivos y potreros, aplicación de fertilizantes, incorporación de materia orgánica, aplicación de riego y control de plagas, malezas y enfermedades, en cuanto a la ganadería, se debe evitar el sobrepastoreo.

13.2.3. Tierras con conflictos por sobreutilización severa

Las tierras con este conflicto ocupan un área de 610,4 ha que representan el 10,7 % del total del área de estudio; están ubicadas en todas las veredas de la microcuenca, principalmente en la parte media y baja de la microcuenca. Su uso actual está asociado a las actividades agrícolas y ganaderas.

Las principales causas de los conflictos por sobreutilización severa están asociadas al establecimiento de actividades agrícolas y ganaderas en tierras que tienen una menor capacidad de uso debido principalmente a que presentan relieves: moderadamente escarpado (25 – 50 %), escarpado (50 - 75 %) y muy escarpado (>75%); y a que se encuentran por encima de los 3000 m.s.n.m.

Las principales consecuencias de la sobreutilización severa son: aceleración del deterioro de las tierras, aceleración de los procesos erosivos y afectación directa al recurso hídrico y generación de bajos ingresos a los habitantes de la zona.

En las tierras de clase 8p-1 y 8c- 1, se recomienda recuperar la vegetación natural, donde fue talada, y protegerla donde aún existe con el fin de no afectar negativamente el suelo, el recurso hídrico, y las especies vegetales y animales; en cuanto a las tierras de clase 7ps- 1 “excepcionalmente y extremando las medidas de conservación de suelos y manejo de aguas tendientes a prevenir y controlar los procesos de erosión; se podrían establecer sistemas agroforestales de tipo productor”(IGAC, 2014, p. 13).

13.3. Conflictos por subutilización

13.3.1. Tierras con conflictos por subutilización Ligera

Estas tierras ocupan el menor número de hectáreas en la microcuenca con 3,7 ha que representan el 0,06 % del total del área de estudio; están ubicadas en la parte baja de la microcuenca en la vereda Loma Alta y en la parte media alta, en la vereda La Palma; su uso actual es forestal de protección encontrando herbazal denso de tierra firme con arbustos y bosque denso altoandino.

Este conflicto es causado debido a que el uso actual es de menor intensidad al uso recomendado, generando problemáticas socioeconómicas a los habitantes de la zona debido a que estas tierras podrían ser productivas si se desarrollan adecuadas prácticas de manejo y conservación lo que les generaría beneficios económicos a los habitantes de la zona.

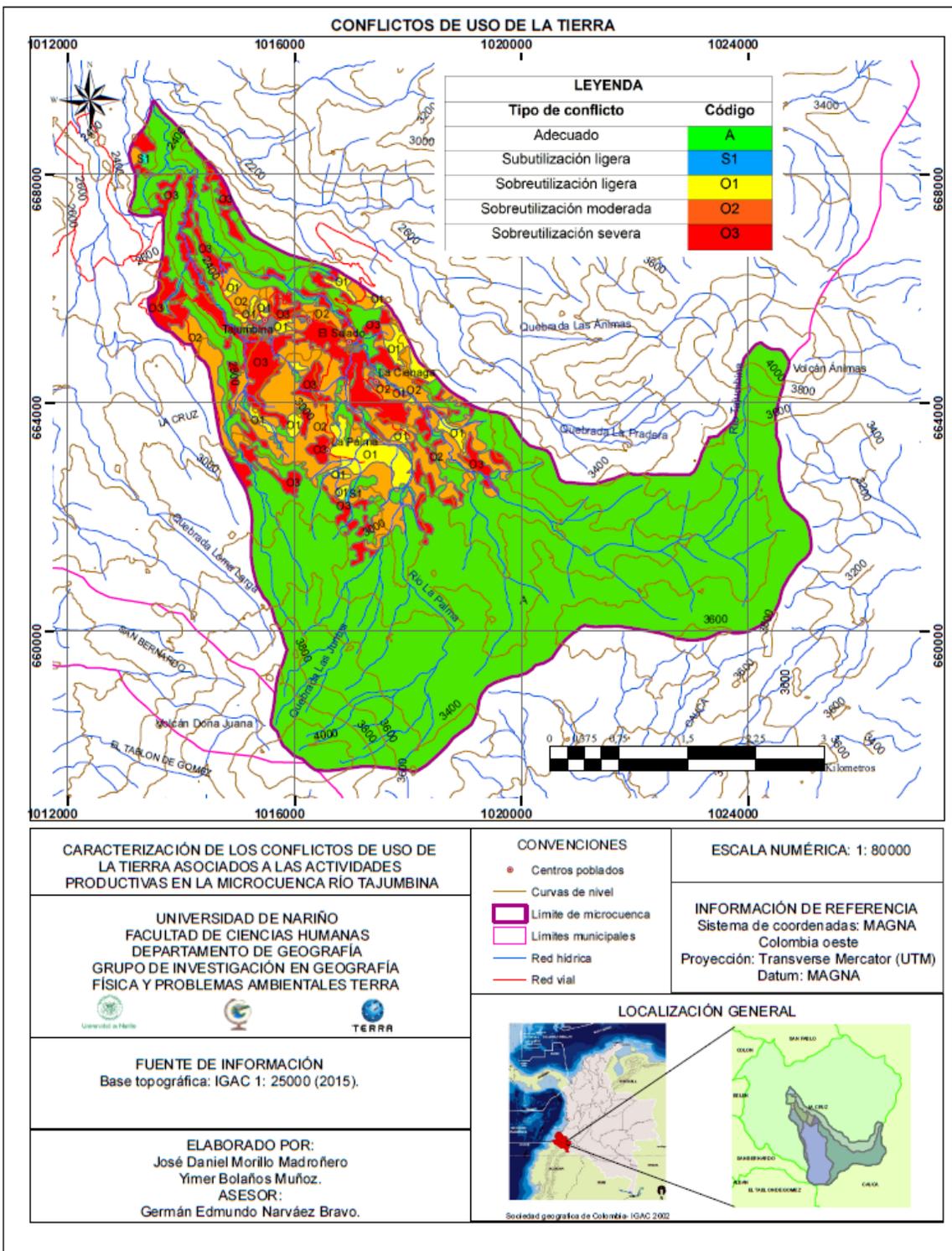


Figura 62. Mapa de conflictos de uso de la tierra en la microcuenca río Tajumbina.

14. Conclusiones

Partiendo inicialmente del análisis y caracterización del componente físico, en relación a los aspectos geomorfológicos, la microcuenca se encuentra caracterizada por modelados y relieves, donde sobresale la morfodinámica volcánica, representada por terrazas volcánicas y laderas con diferentes grados de pendiente, generadas por procesos de disección asociados a las corrientes hídricas de la zona; estas geoformas, en conjunto, representan la parte alta de la microcuenca. Hacia la zona media y baja de la microcuenca, por debajo de los 2700 m.s.n.m, predominan las formaciones superficiales aluviales y coluvio-aluviales, así como los grandes cañones y escarpes fuertes, asociados al río Tajumbina y la quebrada Caicuanes.

En cuanto a las características climáticas, la circulación atmosférica y la distribución de lluvias se encuentran condicionadas por dos factores principales; la zona de convergencia intertropical (ZCIT) y la presencia de la cordillera central que actúa como barrera orográfica condicionando los vientos alisios del sureste. De esta forma el comportamiento de la precipitación presenta un régimen bimodal, con la alternancia de dos periodos secos y dos periodos lluviosos. La temperatura media no muestra cambios significativos, mostrando un comportamiento relativamente estable. Y la humedad relativa presenta variaciones similares a las descritas para la precipitación.

Respecto al componente edáfico, predominan suelos derivados de materiales volcánicos, asociados a flujos piroclásticos y lavas de composición andesítica y basáltica. Dentro de la microcuenca, existen diferenciaciones en función de los parámetros climáticos y altimétricos principalmente, razón por la cual se establecen dos categorías de suelos principales: suelos de altiplanicie, localizados en la parte baja, entre los 2100 y los 3000 m.s.n.m, y suelos de montaña, ubicados en la parte media-alta, aproximadamente entre los 3000 y los 4100 m.s.n.m.

En concordancia se determinaron seis clases de uso, de las cuales las clases 3s-1 y 4ps-1, presentan condiciones favorables para el establecimiento de actividades productivas, aunque deben realizarse atendiendo unas determinadas prácticas de manejo. Para las clases siguientes las restricciones aumentan; la clase 6ps-1, presenta limitaciones muy severas y requiere sistemas de manejo tecnificados, si se consideran algunos usos productivos. De igual forma la clase 7ps-1, debido a limitantes como: pendientes escarpadas, propiedades químicas del suelo y el clima, no es apta para el desarrollo de actividades agrícolas o pecuarias, por lo que estas unidades solo se deben destinar para la recuperación y conservación del medio natural. Finalmente, las clases 8ps-1 y 8c-1, debido a su importancia ecosistémica, solo se destinan para la conservación.

En el componente socio-económico, se evidencian problemas relacionados con la distribución y la tenencia de la tierra. La principal fuente de ingreso, se sustenta bajo el desarrollo de la agricultura, efectuada en pequeños minifundios con cultivos de clima frío, prevaleciendo las técnicas tradicionales, con poca o nula implementación de prácticas adecuadas de manejo. De igual forma la actividad ganadera, destinada principalmente a la producción de leche, ocupa un renglón importante, aunque dicha importancia se debe más a la extensión y ocupación de tierra de la misma, que al aporte en términos económicos que esta produce, debido a que esta actividad se concentra en las personas con mayor poder económico, siendo este un bajo porcentaje de la población.

De esta forma se identificaron algunas áreas en conflicto, ubicadas en las zonas media y baja de la microcuenca, en las inmediaciones de los principales centros poblados.

Al respecto, las áreas subutilizadas son las de menor representación, constituidas apenas por 3,7 hectáreas, indican espacios donde el desarrollo de algunas actividades productivas es de menor intensidad al uso recomendado. Si bien, es un área relativamente pequeña, se debe tener

en cuenta que la ampliación o intensificación de este tipo de conflicto puede repercutir en aspectos como; el detrimento o desmejoramiento de las funciones sociales y económicas de productividad de la región, lo cual podría agudizar otro tipo de conflictos que padece el campo.

De los tipos de conflictos identificados, los de mayor extensión son los relacionados con la sobreutilización, ya que en su conjunto ocupan un área de 1458 ha. En este punto se evidencia una situación preocupante, dado que un gran porcentaje corresponde a sobreutilización severa; lo que significa, que el uso actual excede en gran forma la capacidad de uso determinada. Lo cual se traduce en un notable deterioro del suelo y los recursos naturales adyacentes, así mismo se presenta una disminución de la productividad, fuertes repercusiones en la dinámica ambiental y económica, afectando de esta forma la calidad de vida de la población.

Por otro lado, la mayor parte de la microcuenca se encuentra bajo la denominación de uso adecuado, lo cual básicamente se explica por la extensión de las áreas dedicadas a la protección y la conservación, ubicadas en la parte alta, que en conjunto forman un área total de 4213,3 ha, las cuales se ven amenazadas por el avance de la frontera agropecuaria.

En líneas generales a través del análisis del estado actual de los conflictos de uso de la tierra, se logró confirmar que en la microcuenca del río Tajumbina, estos contrastes de uso, afectan la productividad de las tierras, deterioran los suelos y el recurso hídrico, alteran los ecosistemas estratégicos, afectando la calidad y cantidad de los recursos naturales, así como el bienestar de la comunidad presente en el área de estudio.

15. Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos, a continuación, se presentan algunas recomendaciones que buscan la conservación de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la microcuenca río Tajumbina. En este sentido, se hace necesario que la administración municipal de La Cruz actualice el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), debido a que se está trabajando sobre el EOT realizado para los años 2000 a 2008, razón por la cual se presentan falencias en la realización eficaz y oportuna de los procesos de planificación y ordenamiento territorial, muestra de ello, son las problemáticas que se presentan en el municipio y por lo tanto en la microcuenca, problemáticas, señaladas en el EOT y en los planes de desarrollo, que persisten en la actualidad.

También se observan falencias a nivel institucional, ya que no se está prestando apoyo ni asistencia técnica suficiente a los productores, ante lo cual la población se ve obligada a buscar un cultivo que sea rentable, en este caso, cultivos de uso ilícito que traen consigo el abandono de otras actividades agrícolas, esto supone problemas como la baja disponibilidad de alimentos y la exclusión de las dinámicas de mercado local. Ante esta situación, se requieren tanto de la alcaldía municipal como del gobierno nacional proyectos encaminados a la sustitución de cultivos ilícitos y el fortalecimiento de los medios de producción de otros cultivos, bajo lineamientos de asistencia técnica y el aseguramiento en las condiciones del mercado y los insumos, todo esto buscando impulsar el desarrollo económico bajo criterios ambientales de sostenibilidad.

Teniendo en cuenta que el avance de la frontera agropecuaria genera presión sobre importantes ecosistemas, se deben planificar cambios en el uso de la tierra que busquen su protección y conservación. Del mismo modo, la extracción de madera y leña están causando una

fuerte deforestación en áreas cubiertas por vegetación de bosque; resaltando que esta actividad representa en algunos casos la única forma de sustento de algunas familias, se deben formular desde la alcaldía municipal alternativas diferentes de empleo, así como la concientización de la importancia ambiental de estas áreas expuestas.

Así mismo, se debe considerar el establecimiento de cultivos en áreas de fuerte pendiente, como los escarpes del cañón del río Tajumbina y la quebrada Caicuanes; esta, además de ser una práctica poco eficiente, pone en riesgo la vida de los trabajadores. Lo cual supone determinar estas áreas para protección y se hace necesario ofrecer alternativas diferentes de trabajo.

Por otra parte, se debe tener en cuenta la pertinencia de la Institución Educativa Agropecuaria, ubicada en la cabecera corregimental, ya que es necesario que adopte un enfoque y una relación más directa del sector académico con las actividades productivas y el cuidado ambiental de esta región, involucrando a la comunidad en general.

Finalmente considerando la importancia de esta investigación, los resultados aquí plasmados ofrecen una importante fuente de información de cara a futuros planes de ordenamiento territorial ya que el manejo de las variables físicas y sociales, permitió un diagnóstico acertado de la condición actual de la microcuenca desde un enfoque netamente ambiental.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, S. (2005). *Formulas para el calculo en la muestra en investigaciones de salud*.
- Alcaldía de La Cruz. (2000-2008). *Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de La Cruz*. La Cruz, Nariño.
- Alcaldía Municipal de La Cruz. (2016-2019). *Plan de desarrollo municipal*. La Cruz, Nariño.
- Alcaldia Munipal de La Cruz. (2012-2015). *Plan de desarrollo municipal*. La Cruz, Nariño.
- Aldemar, J., & Valenzuela, J. (2011). *Determinacion de los conflictos de uso en la microcuenca Pachindo municipio de La Florida departamento de Nariño*.
- Alvarez, L., & Jarama, R. (2015). *Sub modelo de conflictos de uso, Zonificacion ecologica y economica*.
- Banco Interamericano de Desarrollo y Gobierno de Bolivia. (1999). *Zonificación agroecológica y propuesta técnica del plan de uso del suelo de la región amazónica del departamento de Cochabamba. Bolivia*.
- Bonilla, C., Rangel, W., Angnes, A., Santiago, J., & Velasquez, J. (2009). *Determinacion de los conflictos de uso en areas protegidas*.
- CORPONARIÑO y CONIF. (2009). *Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del Rio Mayo*.
- CORPONARIÑO y Universidad de Nariño. (2007). *Proyecto estado del arte de la información biofísica y socioeconómica de los páramos de Nariño, tomo II: características biofísicas de los páramos de Nariño*. San Juan de Pasto, Colombia.
- CORPONARIÑO, Asociación GAICA, Conserva Colombia The Nature Conservancy y Grupo de Investigación en Geografía Física y Problemas Ambientales TERRA. (2014). *Caracterización físico-natural del área de convergencia de los valles secos de los ríos Patía, Mayo, Juanambú y Guátara*. San Juan de Pasto.

- Cruz, G. (2014). *Análisis de la capacidad de uso de las tierras y propuesta de ordenamiento territorial del Cantón Santa Elena, Ecuador.*
- DANE y Banco de la República. (2016). *Informe de coyuntura económica regional, departamento de Nariño 2015.*
- DANE-IGAC. (2005). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Boyaca. Tomo. Bogotá.*
- ECOCIENCIA. (1998). *Estudio sobre Clasificación y Uso de Suelo; Región de Chocó, Ecuador.* Quito, Ecuador.
- FAO. (2005). *Sistema de clasificación de cobertura de la tierra (conceptos de clasificación y manual para el usuario-version 2 del programa.*
- FAO-UNEP. (2000). *El futuro de nuestra tierra-enfrentando el desafío.* .
- Flórez, A. (2003). *Colombia: evolución de sus relieves y modelados.* Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Unibiblos.
- Garnica, A. (2005). *Determinación del uso potencial de la tierra con fines agrícolas en el municipio Bolívar.*
- Gobierno regional de Cajamarca. (2011). *Conflictos de uso departamento de cajamarca.*
- Guerrero, V. (2014). *Caracterización geográfica del cañón del río Juanambú, departamento de Nariño, Colombia.* Pasto, Colombia: Universidad de Nariño.
- IAVH y Universidad de Nariño. (2015). - *Estudio técnico, económico, social y ambiental para la identificación y delimitación a escala 1:100000 del Complejo de páramos Doña Juana – Chimayoy, entorno regional.* Pasto, Colombia .

IAVH y Universidad de Nariño. (2015). *Estudio técnico, económico, social y ambiental para la identificación y delimitación a escala 1:25000 del complejo de páramos Doña Juana - Chimayoy, entorno local*. Pasto.

IDEAM. (2001). *El medio ambiente en Colombia, Capítulo 3, La atmosfera el tiempo y el clima*. Bogotá, Colombia.

IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100000*. . Bogotá, Colombia.

IDEAM. (2010). *Sistemas Morfogénicos del Territorio Colombiano. Escala:1:500000*. Bogotá, Colombia.

IDEAM. (2013). *Guía Metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100000*.

IGAC. (2004). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Nariño*. Bogotá, Colombia .

IGAC. (2005). *Interpretación de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra*. . Bogota.

IGAC. (2007). *Estudio semidetallado de suelos de las áreas potencialmente agrícolas. Bajo Cauca-Departamento de Antioquia*.

IGAC. (2010). *El ABC de los suelos para no expertos*. . Bogota, Colombia.

IGAC. (2012). *Estudio de los conflictos de uso del territorio colombiano Escala 1:100000*. Bogota, Colombia.

IGAC. (2014). *Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso* .

IGAC. (2015). *Base topográfica escala 1:25000*.

- IGAC y CORPOICA. (2002). *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del país*. Bogotá.
- IGAC-CORPOICA. (2001). *Los conflictos de uso de las tierras en Colombia*.
- Klingebl, A. &. (1961). *Land capability classification*. Washington.
- Kopta, F. (1999). *Problemática ambiental con especial referencia a la Provincia de Córdoba*.
- Leon, T. (2007). *Medio ambiente, tecnología y modelos de agricultura en Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Lopez, A. (2010). *Estimacion de los conflictos de uso de la tierra por dinamica de cultivos de palma africana. departamento del Cesar*. Medellin.
- Monroy, J., & Jimenez, L. (2016). *Mapa semidetallado de conflictos de uso del suelo comparado comparado con el POT y el POMCH del Rio Bogota para la vereda La Fuente del municipio de Tocancipa*.
- Muriel, R. (2005). *Orígenes de la problemática ambiental*. .
- Narvaez, G. (1998). *Estudio geográfico del volcán Doña Juana y su área adyacente, una perspectiva ambiental. (tesis de pregrado)*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Narváez, G. (2010). *Análisis de la lluvia mensual y su interacción con el relieve y la circulación local en sectores de baja precipitación de la zona andina colombiana*. Pasto, Nariño.
- Navarro, S., Pulgarín, B., Monsalve, M. L., Cortés, G. P., Calvache, M. L., Pardo, N., & Murcia, H. (2009). Geología e historia eruptiva del Complejo Volcánico Doña Juana (CVDJ) Nariño. *Boletín de Geología*.
- Pinza, J., & Jovanny, L. (2017). *Cambios en la cobertura del suelo en el volcán Galeras; departamento de Nariño, periodo 1989 - 2015*. Pasto, Colombia.

- Pizarro, F., & Portilla, A. (2016). *Caracterización geomorfológica del Complejo Volcánico Cumbal (tesis de pregrado)*. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño.
- Polanco, J. (2009). *Compensaciones económicas ante conflictos de uso del suelo*.
- Poveda, G. (2004). La hidroclimatología de Colombia: Una síntesis desde la escala Inter-decadal hasta la escala diurna. *Revista Académica Colombiana de Ciencias, Vol XXVIII* , 107.
- Revelo, I., & Portilla, E. (2017). *Análisis socio-espacial de la actividad triguera en el municipio de Guaitarilla, departamento de Nariño. Periodo 1990-2015*. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño.
- Serrato, P. (2007). Propuesta metodológica para la definición, clasificación y zonificación de los cañones colombianos: una visión geográfica. *Perspectiva Geográfica*, 27.
- Serrato, P. (2009). *Clasificación fisiográfica del terreno a partir de la inclusión de nuevos elementos conceptuales* .
- SGC. (2003). *Reconocimiento geológico regional de las planchas: 411 La Cruz, 412 San Juan de Villalobos, 430 Mocoa, 431 Piamonte, 448 Monopamba, 449 Orito, 465 Churuyaco, Departamento de Caquetá, Cauca, Huila Nariño Y Putumayo* . Bogotá, Colombia .
- SGC y Universidad Nacional de Colombia. (2015). *Memoria explicativa mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa, escala 1:100000. Plancha 411 – La Cruz*. Bogotá, Colombia.
- SGC y Univesidad de Caldas . (2007). *Estratigrafía de los depósitos volcánicos y volcanoclásticos del sector San Pablo – La Cruz – Tajumbina, departamento de Nariño*. Manizales, Colombia .
- Steimle, V. (1989). *The Doña Juana volcano, departamento de Nariño, southern Colombia; a geologic study focussed on potential volcanic risk from future eruptions*.

- Swenson, J. F.-S. (1998). *Estudio sobre Clasificación y Uso de Suelo; Región de Chocó, Ecuador*. . Quito.
- Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. (2008). *Plan de manejo del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel, 2008-2013*. Popayan, Colombia.
- UPRA. (2013). *Consolidación de la metodología general de evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional*.
- UPRA. (2014). *Análisis de los conflictos de ordenamiento territorial y productivo que afectan el uso eficiente del suelo rural*.
- Zinck, A. (2012). *Geopedología. Elementos de geomorfología para el estudio de suelos y de riesgos naturales*. Enschede, Pasies Bajos.