



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y

LA CONSTRUCCIÓN

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO GEÓGRAFO Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

**TEMA: METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE LA
UNIDAD PRODUCTIVA FAMILIAR MÍNIMA BASADA EN LA
OCUPACIÓN DEL SUELO Y EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE
LA PARROQUIA PALMIRA**

AUTOR: PÉREZ GONZÁLEZ, JUAN JOSÉ

TUTOR: ING. KIRBY, EDUARDO MSc.

**SANGOLQUÍ
2017**



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA FAMILIAR MÍNIMA BASADA EN LA OCUPACIÓN DEL SUELO Y EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA PARROQUIA PALMIRA**” realizado por el señor **JUAN JOSÉ PÉREZ GONZÁLEZ**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **JUAN JOSÉ PÉREZ GONZÁLEZ** para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 06 de marzo del 2017

A blue ink handwritten signature, appearing to read 'E. Kirby', enclosed within a blue oval.

Ing. Eduardo Patricio Kirby Powney Msc.

Director



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JUAN JOSÉ PÉREZ GONZÁLEZ**, con cédula de identidad N° 1715969208 declaro que este trabajo de titulación **“METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA FAMILIAR MÍNIMA BASADA EN LA OCUPACIÓN DEL SUELO Y EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA PARROQUIA PALMIRA”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente, declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 06 de marzo del 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan José Pérez González', written over a horizontal line.

JUAN JOSÉ PÉREZ GONZÁLEZ

C.C. 1715969208



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCIÓN

AUTORIZACIÓN

Yo, **JUAN JOSÉ PÉREZ GONZÁLEZ**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca virtual de la institución el presente trabajo de titulación ***“METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA FAMILIAR MÍNIMA BASADA EN LA OCUPACIÓN DEL SUELO Y EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA PARROQUIA PALMIRA”***, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 06 de marzo del 2017

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Juan José Pérez González', is written over a horizontal line.

JUAN JOSÉ PÉREZ GONZÁLEZ

C.C. 1715969208

DEDICATORIA

A Elisa Bertha, Jenni Nicole y Bolívar Neptalí.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE y a todos sus docentes, por haberme ofrecido la inmejorable oportunidad de formarme profesionalmente en su campus.

A la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo y al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Guamote, por motivarme a trabajar en el desarrollo territorial rural.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Palmira, por dejarme conocer y trabajar sobre su territorio.

A todos y cada uno de los funcionarios de las mencionadas instituciones con los que logré trabajar durante la elaboración de esta investigación.

A: Ginella Jácome, Carlos Jara, Julio Moreno, Luis Anilema, Manuel Gavín, Martha Roldán, que supieron ayudarme a formular el tema y a desarrollarlo en campo.

A Marcelo Mejía y Wilson Jácome, por haberme ayudado a finalizar la carrera de la mejor manera.

A Oswaldo Padilla, por su predisposición al trabajo y por las observaciones hechas en varios momentos de la investigación.

Finalmente, un agradecimiento especial a: Eduardo Kirby por haberme guiado durante toda la investigación, por su paciencia y compromiso.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER	4
1.4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
1.4.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA:	5
1.4.2 DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA DE PALMIRA	6
1.4.3 ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO	8
1.5 OBJETIVOS	8
1.5.1 OBJETIVO GENERAL	8
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.6 METAS	9
CAPITULO II	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	10
2.2.2 COMPONENTES	11
2.2.3 MODELOS DE DATOS	12
2.2.4 GEODATABASE (GDB)	13
2.2.5 TOPOLOGÍA	14
2.2.6 MAPA BASE (MB)	16
2.2.7 MAPA BASE TEMÁTICO (MBT)	18

2.2	TELEDETECCIÓN.....	19
2.2.2	<i>SENSOR RAPID EYE</i>	19
2.2.3	<i>TRATAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES</i>	22
2.3	CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES.....	28
2.3.1	<i>MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES</i>	29
2.4	OCUPACIÓN DEL SUELO.....	32
2.4.1	<i>COBERTURA DEL SUELO</i>	33
2.4.2	<i>USO DEL SUELO</i>	33
2.4.3	<i>SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE OCUPACIÓN DEL SUELO DE ESPAÑA</i>	33
2.5	LEYENDAS TEMÁTICAS.....	34
2.5.1	<i>LEYENDA CORINE LAND COVER</i>	34
2.5.2	<i>LEYENDA SIOSE</i>	37
2.6	VALIDACIÓN DE CLASIFICACIONES EN IMÁGENES SATELITALES.....	40
2.6.1	<i>TAMAÑO DE LA MUESTRA</i>	40
2.6.2.5	<i>ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN</i>	44
2.7	SISTEMAS PRODUCTIVOS.....	47
2.7.1	<i>CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN</i>	47
2.7.2	<i>AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA</i>	48
2.8	ZONAS HOMOGÉNEAS.....	50
2.8.1	<i>VARIABLES AGROECOLÓGICAS</i>	51
2.8.2	<i>VARIABLES SOCIOECONÓMICAS</i>	54
2.9	UNIDAD PRODUCTIVA FAMILIAR (UPF).....	55

2.9.1 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA A PRIORI.....	56
2.9.2 PRUEBA PILOTO	57
2.9.3 CÁLCULO DE P Y Q.....	57
2.9.4 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA UPF.....	58
2.10 MARCO LEGAL	58
2.10.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR 2008.....	59
2.10.2 CÓDIGO ORGÁNICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN COOTAD – Registro Oficial 166, Suplemento, del 2014-01-21	61
2.10.3 LEY DE TIERRAS Y TERRITORIOS ANCESTRALES – Registro Oficial 711, Suplemento del 14-03-2016.	62
2.10.4 LEY ORGÁNICA DEL RÉGIMEN DE LA SOBERANÍA ALIMENTARIA – Registro Oficial, 349, Suplemento del 27-12-2010	65
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	67
3.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	68
3.2 ESTANDARIZACIÓN Y GENERACIÓN DEL MAPA BASE Y MAPA BASE TEMÁTICO	68
3.2.1 ESTRUCTURACIÓN Y DEPURACIÓN TOPOLÓGICA DEL MAPA BASE.....	69
3.2.2 ELABORACIÓN DEL MAPA BASE TEMÁTICO	70
3.3 ESTANDARIZACIÓN Y CORRECCIÓN	71
3.4 DEFINICIÓN DE LA LEYENDA TEMÁTICA COBERTURA DE SUELO.....	76
3.4.1 LEYENDA TEMÁTICA JERÁRQUICA COBERTURA DEL SUELO	77
3.4.2 LEYENDA TEMÁTICA PARA COBERTURA DEL SUELO SIOSE.....	80
3.4.3 LEYENDA TEMÁTICA USO DE SUELO	81

3.5 CLASIFICACIÓN DE LA IMAGEN RAPID EYE POR EL MÉTODO ORIENTADO A OBJETOS	81
3.5.1 ENMASCARAMIENTO DE LA IMAGEN.....	82
3.5.2 SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES.....	83
3.5.3 TOMA DE MUESTRAS	87
3.5.4 SELECCIÓN DE ATRIBUTOS.....	90
3.5.5 SELECCIÓN DEL ALGORITMO DE CLASIFICACIÓN	91
3.5.6 GENERACIÓN DE LA IMAGEN DE COBERTURA PRELIMINAR	93
3.6 VALIDACIÓN DE CAMPO	98
3.6.1 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	99
3.7 ELABORACIÓN DE MAPAS	102
3.7.1 MAPA DE COBERTURA DE SUELO.....	103
3.8 DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS	103
3.9 PROCESO PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS HOMOGÉNEAS..	104
3.9.1 CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES AGROECOLÓGICAS.....	105
3.9.2 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES SOCIOECONÓMICAS.....	106
3.9.3 ELABORACIÓN DE LA COBERTURA DE ZONAS HOMOGÉNEAS .	109
3.10 CÁLCULO PARA LA DEFINICIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA FAMILIAR MÍNIMA (UPFM)	110
CAPITULO IV	113
RESULTADOS	113
4.1 RESULTADOS DE LA GENERACIÓN DEL MAPA BASE	113
4.2 RESULTADOS DEL MAPA BASE TEMÁTICO.....	113
4.3 RESULTADOS DE LA SELECCIÓN DE LEYENDA TEMÁTICA.....	114

4.4	PUNTOS VERDAD TERRESTRE.....	115
4.5	RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN ORIENTADA A OBJETOS	117
4.6	RESULTADOS DEL PROCESO DE VALIDACIÓN.....	119
4.7	RESULTADOS DE LAS ESTADÍSTICAS DE VALIDACIÓN.....	121
4.8	RESULTADO DE LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE OCUPACIÓN DE SUELO.....	122
4.9	RESULTADO DEL MAPA DE CONFLICTOS DE USO.....	124
4.10	RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS.....	126
4.11	RESULTADO DE CÁLCULO DE ZONAS HOMOGÉNEAS	128
4.12	RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LA UNIDAD PRODUCTIVA FAMILIAR MÍNIMA.....	130
4.13	PROPUESTA DE MEJORA DE LA RENTABILIDAD	137
	CAPITULO V.....	141
5.1	CONCLUSIONES.....	141
5.2	RECOMENDACIONES	147
	BIBLIOGRAFÍA.....	149

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Características de los suelos de la parroquia</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 2 Reglas usadas en coberturas de polilíneas y polígonos</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3 Características del sensor Rapid Eye</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 4 Tipos de imagen del Sensor Rapid Eye.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 5 Leyenda del Mapa de Coberturas del Suelo de Cataluña</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 6 Calidad de la concordancia del índice de kappa</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 7 Clasificación de sistemas productivos.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 8 Clasificación de la capacidad de uso de las tierras</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 9 Zonas con información generalizada en el MBT con respecto al MB.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 10 Leyenda Temática basada en Corine Land Cover.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 11 Leyenda temática para clasificación de uso de suelo.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 12 Ejemplos para determinar el valor SCALE</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 13 Determinación de merge.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 14 Combinaciones que presentaron mejor ajuste a la imagen.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 15 Ejemplos de depuración en la cobertura de la clasificación.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 16 Variables socioeconómicas.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 17 Ponderación de las variables socioeconómicas</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 18 Descripción de las variables usadas</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 19 Normalización de las variables socioeconómicas</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 20 Leyenda Temática adaptada del SIOSE a la Parroquia Palmira</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 21 Puntos para validación de las coberturas</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 22 Área correspondiente a cada cobertura</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 23 Área correspondiente a cada uso de suelo</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 24 Cálculo de número de muestras por estrato para validación de la cobertura.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 25 Puntos de validación.....</i>	<i>120</i>

<i>Tabla 26 Estadísticas de validación</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 27 Clasificación del índice Kappa.....</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 28 Capacidad de uso de las tierras</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 29 Condiciones de la cabecera parroquial</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 30 Clasificación de zonas homogéneas</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 31 Comunidades dentro de la zona homogénea</i>	<i>132</i>
<i>Tabla 32 Resumen de estadísticas relevantes de la encuesta</i>	<i>134</i>
<i>Tabla 33 Condiciones agroecológicas de la zona VIII-2.....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 34 Simulación de UPF mínima.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 35 Condicionates y oportunidades para la mejora de la rentabilidad.....</i>	<i>138</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Mapa de ubicación de la Parroquia Palmir</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2 Componentes de un SIG.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3 Modelo de datos.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4 Estructura de una GEODATABSE.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 5 Ejemplo de mapa base</i>	<i>16</i>
<i>Figura 6 Proceso de generalización.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 7 Ajuste posicional de una imagen satelital</i>	<i>22</i>
<i>Figura 8 Proceso de corrección radiométrica.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 9 Esquema de la radiancia</i>	<i>24</i>
<i>Figura 10 Reflectancia vs longitud de onda</i>	<i>25</i>
<i>Figura 11 Afectación atmosférica sobre los cuerpos en la Tierra Fuente:.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 12 Mosaico de imágenes.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 13 Proceso de clasificación de una imagen satelital.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 14 Métodos de clasificación de imágenes satelitales</i>	<i>29</i>
<i>Figura 15 Segmento de una clasificación por objetos.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 16 Definición de área en el mapa y en el terreno.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 17 Leyenda Corine Land Cover (CLC).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 18 Ejemplos de clases simples</i>	<i>37</i>
<i>Figura 19 Leyenda de clases simples de SIOSE.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 20 Ejemplo de combinación de clases simples</i>	<i>39</i>
<i>Figura 21 Leyenda completa de las clases compuestas.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 22 Métodos para realizar muestreo</i>	<i>43</i>
<i>Figura 23 Matriz de confusión.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 24 Ejemplo de zonas homogéneas</i>	<i>50</i>
<i>Figura 25 Teoría de la decisión multicriterio</i>	<i>55</i>

<i>Figura 26 Flujograma de Trabajo</i>	67
<i>Figura 27 Conflictos encontrados en la revisión topológica</i>	69
<i>Figura 28 Acercamiento a zonas de conflictos</i>	70
<i>Figura 29 Imagen de la zona de estudio dividida en 12 secciones</i>	73
<i>Figura 30 Muestras usadas para la revisión geométrica de las imágenes</i>	73
<i>Figura 31 Interfaz del software ENVI 5.3 en el módulo Corrección Radiométrica</i> ..	74
<i>Figura 32 Imagen satelital principal y área faltante</i>	75
<i>Figura 33 Imágenes y zona de estudio previo a la unión de imágenes</i>	76
<i>Figura 34 Imagen unida y con la forma de la zona de estudio</i>	76
<i>Figura 35 Selección de la leyenda temática para cobertura</i>	77
<i>Figura 36 Proceso para clasificación de imágenes por objetos preliminar</i>	82
<i>Figura 37 Segmentación con la combinación escala 30 – compactación 85</i>	87
<i>Figura 38 Inicio de la toma de muestras por clase</i>	88
<i>Figura 39 Toma de muestras de una zona con varios tipos de cobertura</i>	88
<i>Figura 40 Toma de muestras de una zona de cultivos cercanas al páramo</i>	89
<i>Figura 41 Toma de muestras de una de bosque</i>	90
<i>Figura 42 Cuadro selección de atributos</i>	90
<i>Figura 43 Cuadro de diálogo para la selección del algoritmo</i>	92
<i>Figura 44 Cuadro de diálogo del comando ELIMINATE</i>	97
<i>Figura 45 Modelo cartográfico para eliminar polígonos inferiores a la UMM</i>	97
<i>Figura 46 Flujo del proceso de la sección 3.6</i>	98
<i>Figura 47 Proceso para la inclusión de datos de campo en el análisis</i>	100
<i>Figura 48 Distribución de puntos sobre la clasificación</i>	100
<i>Figura 49 Distribución de puntos sobre la clasificación</i>	101
<i>Figura 50 Flujo del proceso para la elaboración de mapas</i>	102
<i>Figura 51 Base de datos de sistemas productivos</i>	104
<i>Figura 52 Proceso metodológico para la determinación de zonas homogéneas</i>	105
<i>Figura 53 Clasificación de la capacidad de uso de las tierras</i>	106
<i>Figura 54 Elaboración de la cobertura de variables socioeconómicas</i>	107
<i>Figura 55 Zonificación de condiciones para la actividad agropecuaria</i>	110
<i>Figura 56 Mapa base de la parroquia Palmira</i>	113

<i>Figura 57 Mapa base temático de la parroquia Palmira.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 58 Comparación de áreas de la clasificación orientada a objetos</i>	<i>117</i>
<i>Figura 59 Imagen preliminar de cobertura del suelo.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 60 Mapa de cobertura del suelo parroquia Palmira.....</i>	<i>122</i>
<i>Figura 61 Mapa de cobertura del suelo parroquia Palmira</i>	<i>123</i>
<i>Figura 62 Mapa de ocupación del suelo de la parroquia Palmira</i>	<i>124</i>
<i>Figura 63 Conflictos de uso de suelo en la parroquia Palmira</i>	<i>125</i>
<i>Figura 64 Mapa de conflictos de uso.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 65 Mapa de clasificación de variables socioeconómicas</i>	<i>127</i>
<i>Figura 66 Condiciones de la cabecera parroquial.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 67 Cultivos de la parroquia con respecto a zonas homogéneas.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 68 Comunidades visitadas para realizar la encuesta</i>	<i>131</i>
<i>Figura 69 UPFM Definida en zonas homogéneas.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 70 Cálculo del ingreso en zonas homogéneas</i>	<i>136</i>

RESUMEN

La finalidad de esta investigación fue definir la Unidad Productiva Familiar (UPF) dentro de la parroquia Palmira, donde como antecedente principal se encontró, que sus habitantes tienen una importante dependencia de la actividad agropecuaria. El primer paso para el desarrollo de esta investigación, constituyó el análisis territorial, por medio de insumos como imágenes satelitales y ortofoto, la cobertura del suelo fue analizada para posteriormente realizarse un estudio de la ocupación del suelo de la parroquia, dicho insumo permitió evidenciar el porcentaje de la parroquia que tiene cobertura cultivo, en términos de uso, también se logró cuantificar por medio de porcentajes las principales actividades que realizan los pobladores de Palmira sobre la cobertura del suelo. A partir de un mapa de cobertura, se continuó con el análisis de la estructura agrícola de la parroquia y de los sistemas productivos, este proceso se realizó, por medio de recopilación de información primaria, secundaria y procesamiento de datos en plataforma SIG, finalmente se procedió a investigar los ingresos económicos que genera la actividad agropecuaria en la parroquia. Los resultados obtenidos, permitieron estimar cuánto se necesita en términos de extensión, para desarrollar actividades agropecuarias económicamente sostenibles, además, en base a lo concluido, se realizó una propuesta de cómo mejorar las condiciones de vida de la parroquia fomentando el desarrollo agropecuario.

PALABRAS CLAVE:

- POBREZA
- OCUPACIÓN DE SUELO
- CLASIFICACIÓN POR OBJETOS
- SISTEMAS PRODUCTIVOS
- UNIDAD PRODUCTIVA FAMILIAR.

ABSTRACT

The purpose of this research was to define the Family Productive Unit (UPF) within the Palmira parish, whereas main antecedent was found, that its inhabitants have an important dependence on agricultural activity. The first step in the development of this research was the territorial analysis, through inputs such as satellite images and orthophoto, soil cover was analyzed for later study of occupation of the soil of the county, said input allowed to evidence the percentage of the county that has crop cover, in terms of use, was also able to quantify by means of percentages the main activities carried out by the residents of Palmira on land cover. Based on a coverage map, the analysis of the agricultural structure of the county and production systems was continued. This process was carried out through the collection of primary, secondary information and worked in the GIS platform. Proceeded to investigate the economic income generated by the agricultural activity in the county. The results obtained allowed us to estimate how much is needed in terms of extension to develop economically sustainable agricultural activities. In addition, based on what was concluded, a proposal was made on how to improve the living conditions of the county by encouraging agricultural development

KEY WORDS:

- POVERTY
- LAND USE
- CLASSIFICATION BY OBJECTS
- PRODUCTION SYSTEMS
- FAMILY PRODUCTIVE UNIT.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La planificación territorial al ser un ejercicio dinámico demanda ingenio e innovación permanente para adaptarse a las condiciones socioeconómicas y ambientales siempre cambiantes que presenta un determinado territorio. Tanto la sociedad como el ambiente son los responsables directos de dictar las condiciones de vida de una población; en Palmira, la planificación enfrenta dos retos que deben trabajarse desde las entidades responsables de la gestión territorial y de la sociedad civil. La primera, corresponde a la crisis de recursos naturales y la segunda, a la alta incidencia de la pobreza. (Escudero, 2014)

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2010), la parroquia rural Palmira, es una de las parroquias con mayores niveles de pobreza a nivel nacional. La pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) al año 2010, se ubicó en 98,8%. Sus habitantes son mayoritariamente campesinos minifundistas que subsisten de parcelas de pequeña dimensión con bajos índices de productividad en sus cosechas, se estima que el 85% de la población, se dedica a actividades de carácter agropecuario. (INEC, 2010)

Los recursos suelo y agua son la base de la producción agropecuaria, y desde la visión del GAD parroquial y sus pobladores, son los recursos estratégicos que lentamente se han empezado a perder. La presión que actividades agropecuarias están ejerciendo sobre páramos y áreas de conservación o agricultura sobre pendientes mayores a 25%, son ejemplos de clases de conflictos de ocupación del suelo provenientes de las actividades que realiza la población y que repercuten en la realidad comunal. La regulación de las actividades que fomentan conflictos, son acciones que deben tomarse desde los gestores territoriales y además están estipuladas en sus competencias (COOTAD, 2015).

La erosión y la disminución del recurso hídrico por otro lado son ejemplos de problemáticas ambientales que contribuyen al deterioro del bienestar de la población; suelos empobrecidos, baja productividad, poca rentabilidad de cosechas y migración complementan un diagnóstico de como la pobreza es estructural y sistemática en esta parroquia. (GADPP, 2015)

Los estudios que logren zonificar las actividades bajo criterios técnicos provenientes del análisis espacial, son métodos válidos para la formulación de mejoras al uso y cobertura del suelo, que tienen como ente rector de esta competencia al GAD municipal (SENPLADES, 2015) quien que tiene la autoridad de expedir ordenanzas que ayuden a gestionar el territorio adecuadamente, respetando límites ambientales; pero que al mismo tiempo, brinde a sus pobladores la oportunidad de desarrollarse sustentablemente. (Sonaglio *et. al*; 2009).

El 2014, fue el año designado por la Organización de las Naciones Unidas como el año internacional de la agricultura familiar, esta decisión expresó el profundo interés que tienen los organismos internacionales alrededor de uno de los problemas más profundos que atraviesa el planeta, el hambre y la pobreza. (FAO, 2014)

Internacionalmente agencias para el desarrollo y gobiernos alrededor del mundo, han empezado a investigar el tema de la agricultura familiar como un método para la planificación y el desarrollo sustentable, existe amplia bibliografía de como alrededor del mundo se está manejando el tema en el nivel cultural, económico, político y técnico.

En el Ecuador y en Latinoamérica, según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), la contribución de la Agricultura Familiar (AF) en el abastecimiento de alimentos alcanza un 60%, por esta razón, el ministerio, pasó a ubicar este tema en su agenda. En julio de 2014 se realizó un taller para la definición de la AF y fue en este encuentro donde por medio del intercambio de conceptos entre los productores, representantes de organizaciones gubernamentales y ONG, se definió a este sistema productivo. A partir del mencionado taller en el Ecuador se denomina a esta actividad como Agricultura Familiar Campesina (AFC).

Sin embargo, un tema que no tuvo una acertada definición fue el de cuantificar el espacio mínimo en el que un agricultor de la AF puede realizar su actividad, para que este alcance a ser, económicamente sostenible. La unidad productiva familiar o unidad agrícola familiar es un tema que aún no se ha definido en el país por la heterogeneidad de la producción agrícola.

El principal antecedente para citarse sobre esta temática corresponde al capítulo IV de la Ley de Tierras y Territorios Ancestrales aprobada el 14 de marzo del año 2016, mismo que habla de la “*redistribución de tierras estatales*”, dentro de este capítulo en los artículos 74, 75 y 76, se establecen criterios preliminares para la definición de la UPF, extendido en el anexo 1 de la propia Ley. Cabe señalar que es por medio de esta Ley, que, en esta investigación, se aborda el concepto de Unidad Productiva Familiar, en el marco de la planificación del sector agropecuario en el país. (Ley de Tierras y Territorios Ancestrales, 2016)

Por otro lado, existen investigaciones en diferentes ramas académicas enfocadas en las UPF como métodos de planificación territorial. El documento realizado por la Universidad Javeriana de Colombia en el año 2013 titulado “Determinación de las unidades agrícolas familiares (UAF) para el departamento del Cauca” constituye un ejemplo del uso que tienen estas unidades mínimas, ya que garantizan el funcionamiento de microempresas de economía familiar y dentro de su desarrollo se establecen criterios socioeconómicos y ambientales para su constitución, estableciendo un documento de planificación sustentable en el sector agropecuario. (PUJ, 2013)

Acerca de investigaciones similares en el Ecuador, se puede citar dos documentos desarrollados dentro de la facultad de ciencias agropecuarias de la Universidad de Cuenca, elaborados en el año 2010. Estos estudios se realizan en la zona rural del cantón Cuenca y se centran, por un lado, en la necesidad de fijar zonas destinadas para la producción, que eviten el continuo fraccionamiento de las tierras productivas. Ambos estudios tienen características similares en sus enfoques y desarrollo más se diferencian en el uso del suelo, por un lado, el primer documento denominado:

“Propuesta de Área Mínima para el Sector Rural del Cantón Cuenca” se refiere a las UPF en general, mientras que la investigación: “Propuesta de Área Mínima para el Sector Rural del Cantón Cuenca, con Enfoque Pecuario” hace referencia a la planificación de la producción pecuaria por medio de UPF. (Villavicencio, 2010)

1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Palmira tiene una alta incidencia de pobreza y una población que en casi su totalidad se dedica a la actividad agropecuaria, las condiciones al momento actual que presenta la parroquia se muestran como altas limitaciones para mejorar los sistemas de producción y por ende la calidad de vida de sus habitantes. No se ha podido evidenciar alternativas que proporcionen a la población la oportunidad de reducir sosteniblemente su incidencia de pobreza.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER

A nivel nacional e históricamente, la distribución de los recursos se ha focalizado sobre las zonas urbanas, Palmira es un territorio rural que ha vivido esta brecha, que no solo es un tema de recursos, también han existido pocos estudios sobre la parroquia, y considerando que la academia juega un papel importante en la generación de criterios técnicos para el desarrollo, Palmira tampoco ha contado con el apoyo de la investigación territorial.

Al identificarse una condición de pobreza alta e índices de productividad bajos, es imperativo realizar un proceso de planificación sustentable, basado en las características propias de la parroquia. Palmira es un territorio productivo, y en el marco de la soberanía alimentaria, es importante planificar las actividades que se realizan en los territorios, con el fin de generar producción sustentable que beneficie. En términos más específicos esta investigación propone una metodología que permita anclarse a objetivos mundiales por medio de la implementación local de acciones provenientes del ordenamiento territorial, usando a la Agricultura Familiar Campesina como modelo de desarrollo rural se plantea continuar con los estudios técnicos que

permitan diagnosticar a detalle los condicionantes y oportunidades con los que cuentan los agricultores familiares. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2016)

La razón por las que se ha decidido llevar a cabo este proyecto, es el estudio de una zona con severas limitantes para el desarrollo y la generación de insumos provenientes del análisis espacial, plantean sugerir criterios en los que se basen los tomadores de decisión territoriales, mismos que intentarán buscar salidas a la pobreza en el mediano y largo plazo.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.4.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA:

La parroquia Palmira se encuentra ubicada en el centro de la provincia de Chimborazo y al suroccidente del cantón Guamote. Los límites político-administrativos de la parroquia son, al Norte: parroquias Cebadas y Matriz; al Sur: parroquia Tixán; al Este: parroquia Cebadas; al Oeste: cantón Guamote y Pallatanga. La totalidad de su territorio comprende una superficie de 27.451,39 hectáreas, el número de habitantes de la parroquia según el INEC es de 12.297. (INEC, 2010).

La figura 1 muestra la ubicación geográfica de la parroquia Palmira con respecto a su ubicación dentro del cantón Guamote, además de sus principales límites administrativos. El Anexo 1 contiene el mapa de ubicación

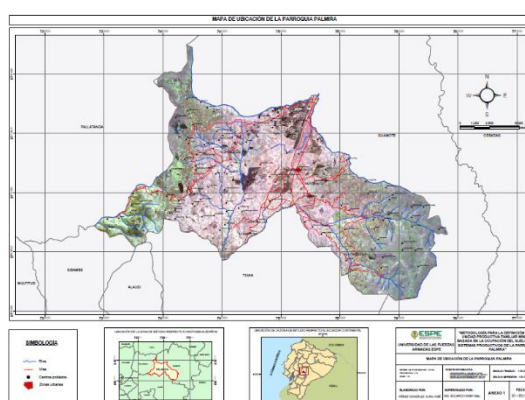


Figura 1 Mapa de ubicación de la Parroquia Palmira
Fuente: (SENPLADES, 2013)

El cantón Guamote está ubicado al sur de la provincia de Chimborazo, es uno de los 10 cantones de esta provincia de la sierra central del Ecuador, además forma parte de la cuenca alta del Río Chambo. Está constituido por 3 parroquias: la parroquia urbana denominada “Matriz” y las parroquias rurales Cebadas y Palmira.

1.4.2 DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA DE PALMIRA

1.4.2.1 CLIMA

La temperatura media oscila entre 4°C y 12°C, mientras que la precipitación está en el rango de 500-1000 mm. Estas 2 condiciones ambientales generan 4 tipos de clima predominantes en la parroquia: páramo, ecuatorial mesotérmico seco, ecuatorial mesotérmico semi húmedo, ecuatorial frío semi húmedo siendo este último el que se estima abarca un 59% y corresponde al área del centro de la parroquia misma que alberga a la mayor cantidad de población. (GADPP, 2015)

1.4.2.2 TOPOGRAFÍA

La topografía de la parroquia se presenta como irregular, la mayor parte del área presenta pendientes que en muchos casos sobrepasan el 50%, factor que sin duda es contribuyente esencial al proceso de erosión que vive la parroquia y el cantón en general. En cuanto a las formaciones ecológicas encontradas en la parroquia, predominan cuatro. Partiendo desde la cota 1500 hasta 3400 m.s.n.m. existen bosques montanos bajos y húmedos montanos, mientras que a partir de los 3000 m.s.n.m. la vegetación cambia a subalpina y a estepa montano.

1.4.2.3 HIDROLOGÍA

En cuanto a la hidrología, mayor parte del territorio de Palmira se encuentra sobre la parte alta de la cuenca del río Ozogoche, mismo que es uno de los principales afluentes del río Pastaza. (GADPP, 2011).

El río Pomachaca resalta en importancia como principal abastecimiento del recurso en la parroquia, se estima que la red hídrica tiene 164.73 km, de esta longitud este río representa el 38.1% de unidades hídricas, 9 ríos y quebradas adicionales terminan de completar las fuentes hídricas de la parroquia. (INEC, 2010)

1.4.2.4 SUELOS

Sobre los suelos de la parroquia se observan características de suelos poco profundos con poca cantidad de materia orgánica donde prevalecen los arenosos. La Tabla 1 describe con mayor detalle las características de los suelos predominantes de la parroquia

Tabla 1
Características de los suelos de la parroquia

Características	Descripción
USTORTHENT	Arenoso poco meteorizado y con baja retención de humedad.
DYSTRANDEPT	Suelos franco arenoso muy negro con gran capacidad de retención de agua.
HAPLUDOLL	Molisoles superficiales a moderadamente profundos, de topografía con pendientes generalmente muy pronunciadas; horizonte cámbico.
HAPLUSTOLL (ARGIUSTOLL)	Molisoles superficiales a moderadamente profundos, de topografía con pendientes generalmente muy pronunciadas; horizonte cámbico.

Fuente: (MAGAP, 2013)

1.4.2.5 POBLACIÓN

Palmira tiene una población de 12.297 habitantes distribuida en 43 comunidades mismas que cuentan con un promedio de habitantes de 300 personas. En cuanto a la población por edades, el 23% de la población está comprendida entre 15 y 29 años, el porcentaje de población masculina alcanza 52%, el restante 48% refiere al sexo femenino. (INEC, 2010)

1.4.3 ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO

La principal actividad y fuente de ingreso según los datos de la PEA es la agricultura sobre ella se estima trabajan 8893 personas, 53% vinculada a la actividad agrícola y 32% a la pecuaria, en total el 85% de la población depende de actividades agropecuarias. El restante 15% de pobladores se encuentran realizando actividades de tipo comercial, artesanal y de servicios públicos y privados (INEC, 2010).

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Proponer una Metodología para la definición de la mínima Unidad Productiva Familiar (UPF) a través de la ocupación del suelo y los sistemas productivos con la finalidad de mejorar de la rentabilidad de cultivos de subsistencia en la parroquia Palmira.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar y definir la leyenda temática y unidad mínima de mapeo para escala 1:25.000 en base al Sistema Integrado para la Ocupación del Suelo en España y/o catálogo de objetos acorde a la escala.
- Generar el mapa de cobertura del suelo para escala 1:25.000 mediante sistemas de clasificación automática orientada a objetos con la finalidad de evaluar la información existente en la parroquia.
- Elaborar el mapa de uso del suelo de la parroquia de estudio para la obtención del mapa de ocupación del suelo 1:25.000
- Estudiar y definir los predominantes sistemas productivos de la parroquia en base a la recopilación de información primaria y secundaria con el objeto de fomentar el desarrollo de las cadenas productivas

- Analizar y definir la Unidad Productiva Familiar mínima (UPF) en base al análisis espacial de variables geopedológicas con el fin de otorgar a las entidades de planificación criterios técnicos válidos que incentiven el fomento productivo de los pequeños agricultores.
- Elaborar una propuesta de cómo mejorar la productividad sobre la UPF mínima definida en esta investigación.

1.6 METAS

- Leyenda temática adaptada a la zona de estudio en base al SIOSE o Catálogos de Objetos acorde a la escala de estudio.
- Un informe de análisis de cómo definir la Unidad Mínima de Mapeo para la generación de mapas de cobertura de suelo.
- Un mapa de uso del suelo de la parroquia Palmira.
- Un mapa de cobertura del suelo de la parroquia Palmira.
- Un mapa de ocupación del suelo de la parroquia Palmira.
- Un mapa de conflictos de ocupación del suelo de la parroquia Palmira a escala 1:25.000
- Un mapa de los principales sistemas productivos de la parroquia a escala 1:25.000.
- Una metodología de cómo definir la unidad productiva familiar.
- Una propuesta de mejora de la productividad en las UPF mínimas
- Elaborar una publicación que cumpla estándares de revistas indexadas.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los (SIG) se pueden definir como sistemas de almacenamiento de datos espaciales, para una posterior consulta, manejo y presentación. La representación de datos espaciales es el campo de estudio de la Cartografía, por lo tanto, se vuelve necesario introducir conceptos básicos de esta ciencia. (Burrough, 2000)

Según el Centro Nacional de Información y Análisis Geográfico de la Universidad de California, Estados Unidos, un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema de hardware y software que facilitan los procesos de manejo, manipulación, análisis, modelamiento, representación y presentación de información georreferenciada, que permite solucionar problemas complejos de planificación territorial y manejo de recursos. (NCGIA, 1990)

Desde la perspectiva de un software, un SIG, se define como un programa de computadora especial, capaz de almacenar, editar y procesar datos geográficos e información como mapas. Existen varios proveedores de este tipo de software, pero independientemente del vendedor, el sistema es capaz de manejar e integrar, a través de una base de datos, datos de tipo espacial y datos de atributos. (Shin, 2015)

Un SIG está conformado por un grupo de herramientas, capaces de adquirir, guardar, recuperar y desplegar datos de la realidad del terreno. Por medio de una serie de datos que permiten realizar mapas de un lugar concreto. La capacidad que tiene un SIG para almacenar datos de diferentes variables, pero de un mismo lugar, lo posicionan como una herramienta de análisis capaz, de proporcionar un alto conocimiento de una determinada zona. (INEGI, 2014)

2.2.2 COMPONENTES

Un SIG por lo general, cuenta con seis principales componentes como se muestra en la figura 2

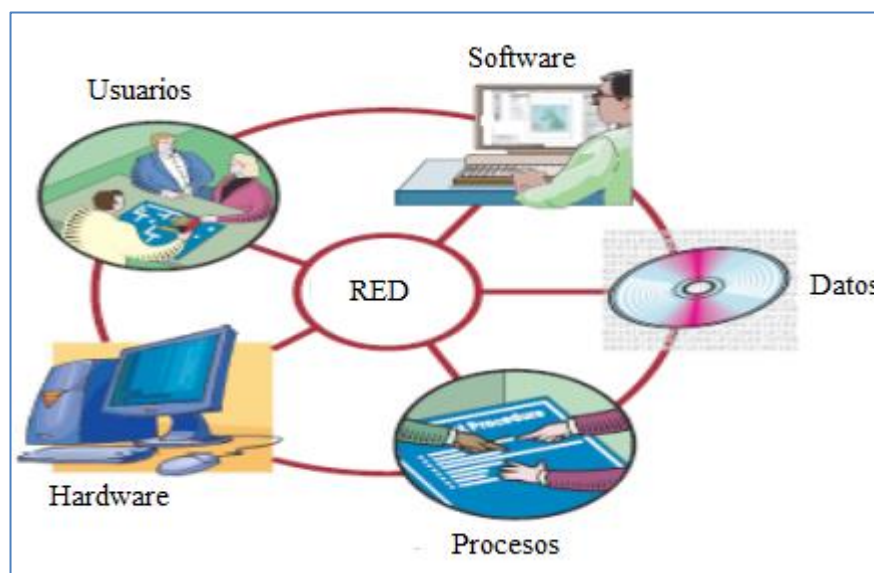


Figura 2 Componentes de un SIG
Fuente: (Eldrandaly, 2007)

Estos componentes son: 1) Usuarios – los usuarios son el componente principal de un SIG, ya que son la fuente de desarrollo de procesos y definen las tareas que el SIG llevará a cabo. Los usuarios pueden superar o arreglar pequeños fallos de los otros componentes del sistema, más lo opuesto no es posible. Los mejores softwares y computadores no logran compensar grandes fallas humanas. 2) Datos – Los datos, que son un componente crítico para un SIG, contienen datos geográficos y de atributo. La disponibilidad y exactitud de los datos, afectan en los resultados de consultas y análisis. 3) Hardware – El Hardware, es el dispositivo que permite interactuar al usuario con el SIG, como una computadora, restituidor, plotter. etc. Las capacidades del Hardware, afectan la velocidad del proceso, la facilidad de uso y la salida de los productos. 4) Software – Este componente no está relacionado solamente con el software SIG, también se incluyen aquí, Software para realizar procesos de: manejo de bases de datos, análisis estadísticos, dibujo, tratamiento de imágenes entre otros. 5) Procesos – El análisis SIG, requiere de métodos bien definidos que permitan trabajar correctamente los datos, para obtener resultados óptimos. 6) Red – La red, permite

comunicar y compartir rápidamente la información digital. El internet ha probado ser un vehículo popular para la entrega de aplicaciones SIG. (Eldrandaly, 2007)

2.2.3 MODELOS DE DATOS

El mundo real es demasiado complejo de modelar en su totalidad por medio de un sistema de información, por lo que sólo áreas específicas de interés se seleccionan para ser analizadas dentro de un SIG. Con el objetivo de representar la realidad del terreno, es necesario hacer uso de modelos que simplifiquen el mundo real. Un modelo de datos espacial es un conjunto de construcciones que describen y representan aspectos seleccionados del mundo real en una computadora. Estos modelos de datos básicos utilizados en SIG; son:

- **Modelo de datos vectorial:** En un modelo vectorial, la principal interpretación es que, el mundo real puede dividirse en elementos claramente definidos. Siendo así, un elemento contiene un identificador con su propia geometría de puntos, líneas o polígonos. Los datos vectoriales, representan las características de las formas de manera compacta y precisa. Los puntos, por ejemplo: pozos, poblados se registran como un par de coordenadas único, las líneas, por ejemplo: vías y ríos se registran como una matriz de pares de coordenadas ordenadas, finalmente, los polígonos, por ejemplo: zonas amanzanadas, infraestructuras, se almacenan como uno o más segmentos de línea que se cierran para formar un área poligonal. Los modelos vectoriales son particularmente útiles para representar y almacenar características discretas tales como infraestructuras o límites, cuentan con la característica de estar estructurados topológicamente.
- **Modelo de datos ráster:** En un modelo ráster, la realidad del terreno se representa como una superficie que se divide en una cuadrícula regular de celdas. Un modelo raster es útil para almacenar y analizar datos continuos de una zona. A cada celda, se le asigna un valor que se asocia a una clase o categoría, una medida o un valor interpretado. Las imágenes, como una fotografía aérea, una imagen satelital o una carta topográfica escaneada, se

consideran como fuente para la generación de información en un SIG. A medida que el tamaño de la celda de la capa raster disminuye, será mayor el detalle de la información, ver figura 3. (Eldrandaly, 2007)

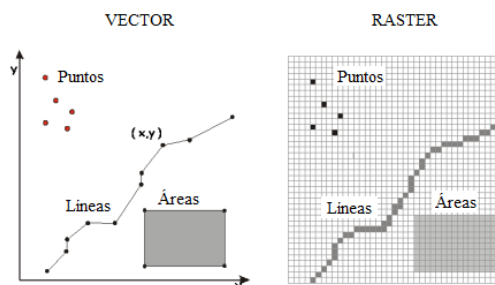


Figura 3 Modelo de datos
Fuente: (Eldrandaly, 2007)

2.2.4 GEODATABASE (GDB)

Una geodatabase es un sistema de almacenamiento, para coberturas que contienen información geográfica, una geodatabase se considera, el modelo estándar para el almacenamiento de información, en una plataforma SIG. (Denkenberger, 2014)

Los elementos de una geodatabase, son orientados a objetos y pueden extender tablas, coberturas e imágenes a un funcionamiento adicional que incluye características como: integridad de datos y capacidad para el manejo de los mismos. El esquema de una geodatabase, incluye definiciones, reglas de identidad y características para cada una de estas capacidades. Esto incluye propiedades como sistemas de coordenadas, atributos para las coberturas, topología, redes, catálogos raster, relaciones, dominios etc. (Morgan, 2011)

La figura 4, muestra de forma simplificada, que clase de información se almacena en una GEODATABASE y como esta se representa en una plataforma SIG, la información se guarda a través de clases de coberturas, conocidos como Feature Datas Set.

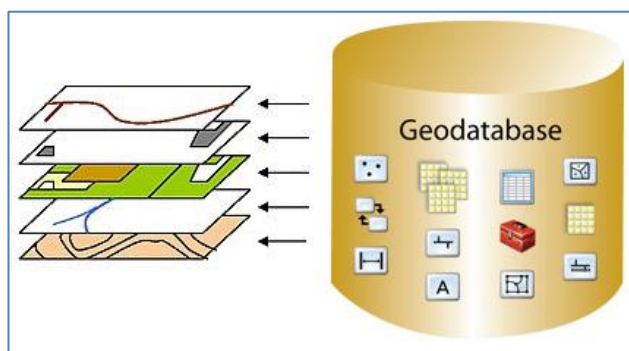


Figura 4 Estructura de una GEODATABSE

Fuente: (Deckenberger, 2014)

2.2.5 TOPOLOGÍA

La topología en un lenguaje un tanto informal, se define como la ciencia que estudia la geometría de la posición, es decir, analiza las propiedades de las figuras en cuanto a las variaciones que puedan sufrir tanto en forma como en ubicación. (Macho, 2002)

Ya en términos de sistemas de información geográfica, la topología permite definir si la geometría de una entidad presenta anomalías al integrarse a las características de una geodatabase compuesta por una o varias clases de coberturas. Dichas características se definen por quien gestiona la geodatabase y se ajustan al interés de lo que se quiere representar, a las características o propiedades que se busca tengan las entidades de la geodatabase, se denominan reglas topológicas. (Spangled, 2013)

2.2.5.1 REGLAS TOPOLÓGICAS

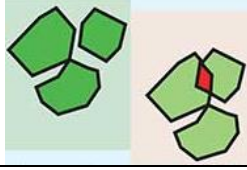
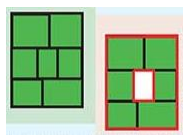
Se consideran reglas topológicas, al conjunto de condiciones que permiten al usuario de una geodatabase, definir relaciones espaciales entre las características de una entidad simple (punto, línea, polígono), dentro de entidades complejas (conjunto de puntos, líneas, polígonos y/o imágenes), los errores topológicos son violaciones a las reglas que fácilmente se pueden establecer y manejar, por medio del operador de la geodatabase (Baars, 2003)

A continuación la tabla 2 describe y presenta las reglas topológicas mayormente usadas dentro de un proceso de revisión topológica.

Tabla 2
Reglas usadas en coberturas de polilíneas y polígonos

Reglas usadas en las coberturas de polilíneas	
<p>1. Must not overlap</p> <p>Usando esta regla se determinan las líneas que están superpuestas con otras</p>	
<p>2. Must not intersect</p> <p>Esta regla permite identificar líneas que no se sobrepasan de su punto final de intersección</p>	
<p>3. Must not have dangles</p> <p>Esta regla permite encontrar líneas que no llegan a encontrarse con líneas de la misma capa, cabe destacar que con esta regla se determinaron excepciones en la cobertura de ríos ya que muchos de los mismos no necesariamente llegan a tener un punto de encuentro con otras líneas.</p>	
<p>4. Must not overlap with</p> <p>Esta regla evita que una determinada línea se superponga con líneas de una diferente clase</p>	
<p>5. Must not self intersect</p> <p>Al usar esta regla se evita que una determinada línea se interseque con ella misma</p>	
<p>6. Must be a single part</p> <p>Esta regla identifica líneas que no tienen conexión o secuencia con otras, para este caso también se procedió a incluir excepciones en la cobertura de ríos ya que se encontraron segmentos aislados de la red hídrica parroquial</p>	



Reglas usadas en las coberturas de polígonos	
<p>1. Must not overlap</p> <p>Esta regla muestra a todos los polígonos que presenten superposición.</p>	
<p>2. Must not have gaps</p> <p>Al usar esta regla se evita que una determinada línea se intersecte con ella misma</p>	

Fuente: (Baars, 2013)

Adaptado por: (Autor)

2.2.6 MAPA BASE (MB)

El mapa base es una herramienta que sirve de referencia para la nueva información geográfica a generarse en un determinado proyecto, generalmente, los elementos principales que componen este mapa son: curvas de nivel, ríos, vías y poblados, ver figura 5. La elaboración del mapa base le compete a instituciones públicas y el tipo de información es de carácter oficial. Un mapa base, está constituido principalmente por límites constantes, mismos que se refieren características del territorio que no pueden ser modificados, como el cauce de un río, o una altura (curva de nivel), o que necesitan serios procesos de remoción para ser transformados, como es el caso de los resultados de actividades antrópicas, como la construcción de vías o centros poblados. (IGAC, 2014)



Figura 5 Ejemplo de mapa base

Fuente: (IGM, 2017)

2.2.6.1 GENERALIZACIÓN

Exceptuando el mapeo a escalas muy grandes (1:10.000 o mayores), denominados planos y ya no mapas, la representación exacta de entidades en un mapa resulta casi imposible. En el mundo real, entidades como un poblado o un río, son polígonos, pero por lo general estas se representan como puntos y líneas, debido a la escala del mapa. Por ejemplo, en la realidad, un camino de tres metros de ancho debería representarse en un mapa a escala 1:50.000, con un ancho de 0.06 milímetros, lo que haría que este camino sea imposible de representar en un mapa.

La generalización en cartografía, se puede definir como un proceso que selecciona y representa los elementos del mundo real, de una manera simplificada acorde a la escala del mapa y del objetivo del mismo, teniendo en cuenta que, es importante incluir la mayor cantidad de información hasta el punto en que esta sea legible para el lector. (Tomlinson, 2003) La figura 6 permite analizar un ejemplo de generalización de información acorde a la escala de un mapa.

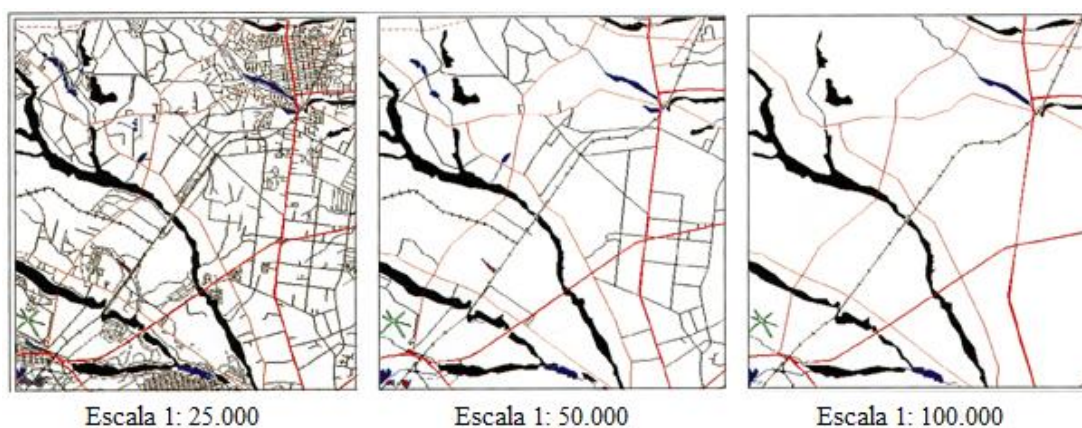


Figura 6 Proceso de generalización

Fuente: (USGS, 2013)

Sobre los procesos de generalización, existen un sin número de ejemplos en los que es necesario, combinar o suprimir información de acuerdo con el objetivo del mapa. Por lo general para la elaboración de un mapa existe una base cartográfica y acorde los objetivos del mapa, se suman capas de información. Por ejemplo, en un mapa geológico, es fundamental incluir la topografía incluyendo las curvas de nivel,

por otro lado información sobre uso o cobertura del suelo es irrelevante. También se realiza generalización cuando se superponen diferentes capas de información entre sí, en ese caso, ciertas capas tendrán prioridad sobre otras para representarse en el mapa. Por ejemplo: curvas de nivel suelen aparecer como fondo en muchos mapas, sin embargo, si el objetivo del mapa no está relacionado con aplicaciones topográficas, se considera información poco relevante, que puede ser superpuesta con información acorde a los objetivos del mapa como: centros poblados, vías, carreteras, infraestructuras, etc. (Sarría, 2007)

2.2.7 MAPA BASE TEMÁTICO (MBT)

Los mapas temáticos, usan una gran variedad de simbología cartográfica, que sirve para discriminar, los patrones espaciales particulares de una determinada variable, en términos más simples, esto explica como un determinado color o símbolo es atribuido a un determinado tipo de suelo o unidad morfológica, con el fin de diferenciarlo de sus demás clases. De esta manera el mapa temático permite realizar énfasis sobre una determinada área de estudio, el éxito de un mapa temático depende de la claridad y precisión para presentar su contenido hacia los lectores del mapa. Existe un mapa que podría considerarse se encuentra entre el mapa base y el mapa temático. Siendo el mapa base como tal, el primer acercamiento al mapeo de una determinada zona de estudio y siendo el mapa temático el resultado de introducir una o varias variables sobre esta base, el mapa que cabe destacar está en medio de este proceso, es el mapa base temático. (Sarría, 2007)

Por mapa base temático se puede definir, al resultado del proceso de generalización de entidades del mapa base. Este resultado se ajusta a los objetivos del mapa temático que se realizará posteriormente, además, el mapa base temático selecciona otras variables que no se encuentran en el mapa base y que son extraídas de información de otras fuentes como: imágenes y cartografía temática adicional. (Pidwirny, 2006)

2.2 TELEDETECCIÓN

La teledetección se puede definir como un procedimiento o técnica, que adquiere información sin tener contacto con esta. En el ámbito de las ciencias de la Tierra, esta técnica, tiene el fin de capturar, tratar y analizar la información obtenida por un determinado satélite artificial, de cualquier tipo de superficie terrestre. Además, se suman a este concepto, las limitaciones y procedimientos metodológicos que se enmarcan dentro del concepto anglosajón: Remote Sensing (Pérez & Muñoz, 2006)

Geógrafos especialmente usan a la teledetección como una medida para monitorear un determinado fenómeno que ocurre sobre el planeta, independientemente de la capa que se analice, ya que se pueden hacer mediciones sobre la litosfera, biosfera, hidrosfera y atmósfera. La teledetección sobre el ambiente realizada por geógrafos, usualmente se lleva a cabo por medio de sensores remotos, estos dispositivos han ido mejorando a lo largo de los años la capacidad de recibir y grabar información sobre un objeto sin la necesidad de tener contacto físico con él. (Mather, 2008)

El proceso de extracción de información de la Tierra a través de la teledetección, comúnmente se lleva cabo por medio de sensores remotos, que por lo general son satélites, helicópteros, aviones y vehículos aéreos no tripulados que poseen un dispositivo que permita recoger y grabar esta información a través de la transmisión de energía electromagnética desde superficies reflectantes y refractantes. (Pidwirny, 2006)

2.2.2 SENSOR RAPID EYE

El sensor Rapid Eye, perteneciente a la empresa alemana RapidEye AG, está compuesto por una constelación de 5 satélites que contienen sensores idénticos, mismos que fueron diseñados y fabricados por MacDonald Dettwiler (MDA), empresa canadiense, dedicada a la provisión de servicios comunicacionales y de información. (Smith, 2011).

Algunas de las características principales de este sensor, se presentan a continuación en la tabla 3

Tabla 3
Características del sensor Rapid Eye

CARACTERÍSTICAS DE LA MISIÓN	VALORES									
Número de Satélites	5									
Vida estimada	Más de 7 años									
Altitud de Órbita	630 km, órbita helio sincrónica									
Hora de Cruce Ecuatorial	11:00 am hora local (aproximadamente)									
Tipo de Sensor	Push broom Multiespectral									
Bandas Espectrales	Sensores capaces de capturar en las siguientes longitudes de onda:									
	<table border="1"> <tr> <td>Azul</td> <td>440-510</td> </tr> <tr> <td>Verde</td> <td>520-590</td> </tr> <tr> <td>Rojo</td> <td>630-685</td> </tr> <tr> <td>Red – Edge</td> <td>690-730</td> </tr> <tr> <td>NIR</td> <td>760-850</td> </tr> </table>	Azul	440-510	Verde	520-590	Rojo	630-685	Red – Edge	690-730	NIR
Azul	440-510									
Verde	520-590									
Rojo	630-685									
Red – Edge	690-730									
NIR	760-850									
Tamaño de píxel en el terreno (nadir)	6.5m									
Tamaño de píxel ortorectificado	5m									
Ancho de barrido	77 km									
Capacidad de almacenamiento abordo	Hasta 1.500 km de imágenes por órbita									
Período de revisita	1 día (reorientando el sensor) / 5.5 días (orientado al nadir)									
Capacidad de captura de imágenes	Hasta 5 millones de km ² por día									
Rango dinámico de la cámara	12 bit									

Fuente: (Planet, 2016)

2.2.2.1 TIPOS DE IMÁGENES RAPID EYE

Las imágenes satelitales provenientes de este sensor se clasifican, según el tratamiento posterior que ha recibido la imagen, brindando a los usuarios la capacidad de tomar la decisión más acorde a las capacidades técnicas, operativas y económicas, para procesar imágenes satelitales por su cuenta.

La tabla 4 muestra las características que tiene cada tipo de imagen provista por este sensor.

Tabla 4
Tipos de imagen del Sensor Rapid Eye

NIVEL	DESCRIPCIÓN
1 B	Corresponde al producto base de RapidEye, correcciones radiométricas y de sensor aplicadas a los datos. No cuenta con una corrección geométrica.
3 A	Producto Ortho RapidEye, correcciones radiométricas y de sensor aplicadas a los datos, además de corrección geométrica. La calidad y precisión del producto depende de los puntos de control usados en cada imagen. El producto es procesado individualmente en áreas de 25 Km x 25 Km y alcanza el estándar 1:25.000 NMAS
3 B	Producto Ortho Take RapidEye, a diferencia del nivel 3A, el nivel 3B aprovecha la orto rectificación de los productos 3A, brindando así, imágenes que cubren áreas mayores con menores cantidades de datos.

Fuente: (Planet, 2016)

Adaptado por: (Autor)

2.2.3 TRATAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES

A todo el procesamiento que se le debe aplicar a una imagen satelital previa su manipulación, se denomina Tratamiento Digital de Imágenes, sin este proceso no se pueden esperar resultados satisfactorios de la extracción de información de una imagen sin importar el objetivo para el cual se adquirieron. Dentro de este macro proceso, se pueden señalar tres subprocesos principales que se deben aplicar sobre una imagen: corrección geométrica, corrección radiométrica, corrección atmosférica, a continuación, se detallan. (Arozarena, 2008)

2.2.3.1 CORRECCIÓN GEOMÉTRICA

Según (Lencinas, 2011.), la corrección geométrica es el procedimiento por el cual se asigna un sistema de coordenadas cartográfico, que permitirá ubicar a la imagen sobre su posición real en la tierra, este georreferencia a los píxeles de una imagen que antes de este proceso solo responden a una organización de filas y columnas. Dependiendo de la topografía del terreno, la imagen puede verse distorsionada, ya que la misma se presenta en un formato de dos dimensiones versus las tres dimensiones de la realidad del terreno, en estos casos es necesario integrar modelos digitales de elevación (MDE) en la corrección geométrica. Una vez terminado este proceso, la imagen se ubica espacialmente sobre un sistema de coordenadas definido por el usuario. La figura 7, permite presenta un ejemplo de cómo cambia la posición de una imagen luego de haber sido rectificada.

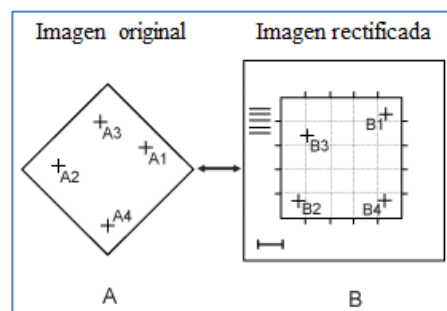


Figura 7 Ajuste posicional de una imagen satelital

Fuente: (NRCAN, 2015)

2.2.3.2 CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA

Este proceso se realiza con la finalidad de eliminar el efecto aerosol o “ruido” que se puede introducir en el sensor al momento de la captación de la imagen, en un escenario ideal, si una imagen captura una superficie, esta debería tener los mismos valores de intensidad, ya en la práctica este escenario no es posible por la diversidad de condiciones que presenta la atmósfera al momento que se capturo la imagen, la iluminación y el ángulo de la misma hacia la superficie es otro factor que alteran la intensidad de la imagen. El proceso que permite corregir estas anomalías, se denomina corrección radiométrica. La corrección radiométrica, corrige la iluminación diferencial causada por la hora de toma de la imagen y también permite expresar el valor de los píxeles en unidades de reflectancia (ver figura 8) (Brizuela, 2007)

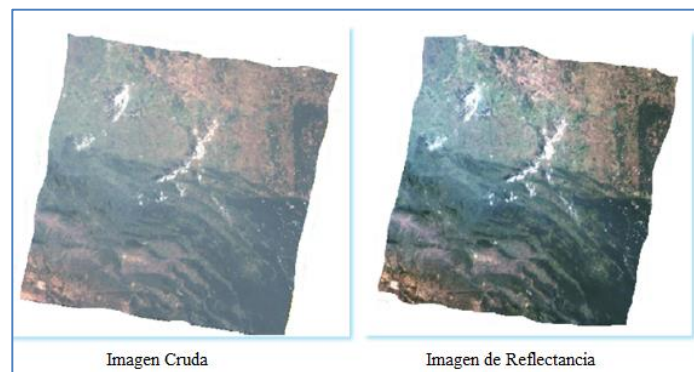


Figura 8 Proceso de corrección radiométrica

Fuente: (Chander, 2009)

RADIANCIA

Radiancia es la variable que detecta un sensor de teledetección. Se puede inferir que la radiación es la cantidad de luz que el sensor "captura" del espectro electromagnético, confinada en un ángulo sólido en una dirección específica (véase figura 9). El ángulo sólido tiene su vértice en la apertura del sistema sensor o del sistema óptico y base en la fuente o superficie de reflexión. La Radiancia es definida por:

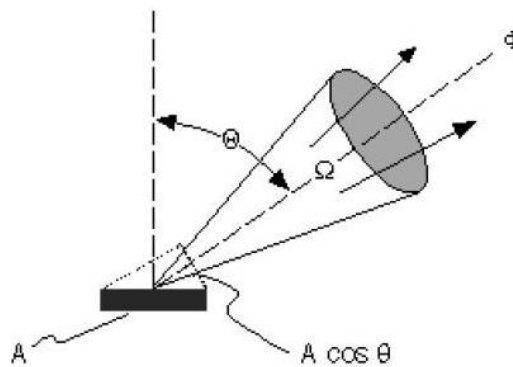
$$L = \frac{\Phi}{\Omega \cos \theta A} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

L = valor de radiancia

θ = Ángulo que se forma por la dirección de la fuente de energía radiante y el cuerpo receptor

A = cuerpo receptor



$$L = \frac{\Phi}{\Omega} / A \cos \theta$$

Figura 9 Esquema de la radiancia

Fuente: (Torrijos, 2008)

REFLECTANCIA

Cuando una determinada superficie se encuentra expuesta a la iluminación del sol, esta irradia un reflejo de vuelta hacia él, la energía reflejada se conoce como reflectancia o albedo (ρ), cada superficie tendrá un diferente valor de reflectancia por lo que se la considera adimensional, todo cuerpo en la Tierra cuenta con una longitud de onda y dependiendo de ella, existirá mayor % de energía reflejada desde el cuerpo (véase figura 10) Se puede decir entonces que la reflectancia es cociente entre la energía reflejada y la energía incidente. (Brizuela, 2007)

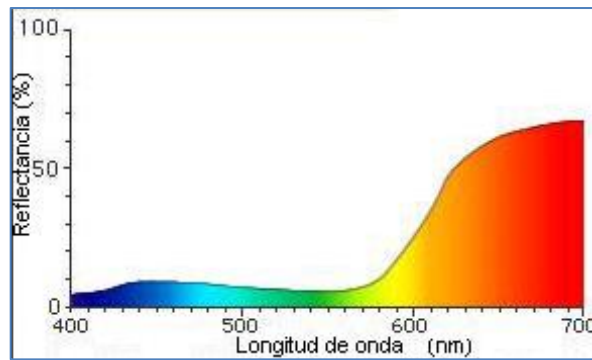


Figura 10 Reflectancia vs longitud de onda
Fuente: (Konica, 2009)

2.2.3.3 CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA

Para recuperar los valores de radiancia originales que obtiene el sensor al momento de capturar una imagen, es necesario realizar un proceso denominado corrección atmosférica (ver figura 11). Los dos pasos principales de este proceso son: recuperación de valores de radiancia y conversión de estos valores a reflectividad pero en la parte más alta de la atmósfera o techo. (Aguilar, Mora, & Vargas, 2014)

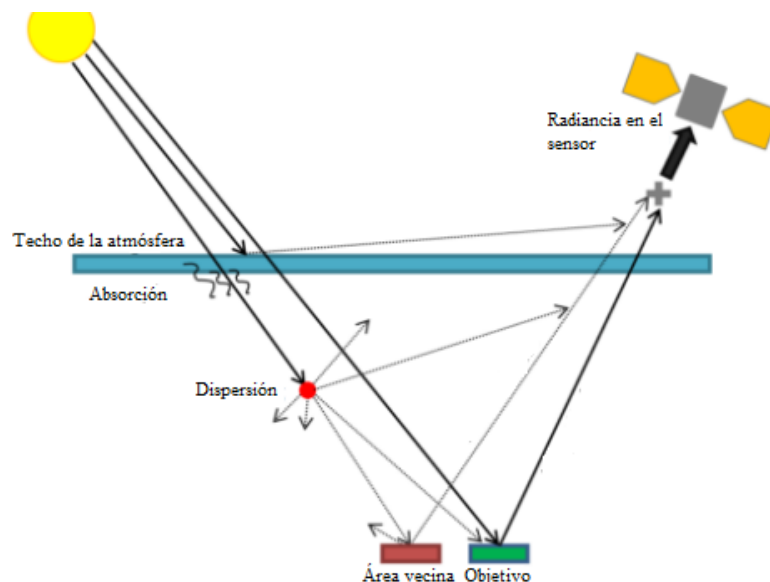


Figura 11 Afectación atmosférica sobre los cuerpos en la Tierra
Fuente: (Nazzer, 2014)

MÓDULO FLAASH

El módulo FLAASH (Fast Line of sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) es un método para realizar corrección atmosférica en el software ENVI (Environment for Visualizing Images), mismo que usa el código MODTRAN, detallado adelante. El trabajo que realiza el módulo basado en la ecuación 1 (véase 2.3.3.2.1) consiste en recuperar los niveles de radiancia de la imagen. (Aguilar, Mora, & Vargas, 2014)

Las tres codificaciones más importantes para tipificar una imagen son: BSQ, BIP, BIL, por sus siglas en inglés. La primera BSQ, en la cual una imagen, cuenta con todos sus valores de su primera banda, después tiene los valores de su segunda banda y almacena la información dependiendo su número de bandas. BIP, almacena los valores de las bandas en su primer punto y así sucesivamente punto por punto. El tercer método BIL, almacena la información por fila, columna de cada banda, y los almacena en la fila uno de la imagen, continúa almacenando los valores de la fila uno en la banda dos y continua así dependiendo del número de bandas. El módulo FLAASH, trabaja con imágenes en formato BIL. (Aguilar, Mora, & Vargas, 2014)

CÓDIGO MODTRAN

El código informático MODTRAN® (MODerate resolution atmospheric TRANsmission) se ha usado por muchas agencias vinculadas a organizaciones gubernamentales, institutos de investigación, la academia, entre otros, para analizar y predecir de manera óptica el comportamiento de la atmósfera. MODTRAN fue desarrollado y se mantiene a través de una larga colaboración entre Spectral Sciences, Inc. (SSI) y el Laboratorio de Investigación de la Fuerza Aérea (AFRL) de los Estados Unidos. Sistemas operativos, de investigación y sistemas de procesamiento de datos, forman parte de este código, con énfasis en los sistemas que implican eliminar los efectos de la atmósfera (corrección atmosférica) (MODTRAN, 2016)

El código MODTRAN calcula transmisión espectral atmosférica, de la línea de visión (LOS) y las radiaciones sobre el ultravioleta a través del régimen espectral infrarrojo

de longitud de onda larga ($0 - 50.000 \text{ cm}^{-1}$, $> 0,2 \text{ }\mu\text{m}$). La física de transporte de radiación (RT) dentro de MODTRAN proporciona métodos precisos y rápidos para modelar ambientes estratificados horizontalmente homogéneos. El núcleo del MODTRAN RT es un algoritmo atmosférico de “banda estrecha”. La atmósfera se modela a través de perfiles verticales constitutivos, tanto moleculares como en partículas, definidos mediante modelos incorporados o por radiosondas especificadas por el usuario o datos climatológicos. El modelo de banda proporciona una resolución tan fina como $0,2 \text{ cm}^{-1}$ desde su modelo de banda de $0,1 \text{ cm}^{-1}$. MODTRAN resuelve la ecuación de transferencia de radiación, incluyendo los efectos de la absorción, emisión, dispersión molecular de partículas, reflexión superficial, emisión, iluminación solar y refracción esférica. (MODTRAN, 2016)

2.2.3.4 MOSAICO DE IMÁGENES

En terminología de imágenes satelitales, (Fedorov, 2002) denomina mosaico a la unión de dos o más imágenes, con el fin de obtener un solo archivo (ver Figura 12). Un mosaico es necesario cuando se necesita ampliar un área de estudio o cuando se necesita integrar al análisis una banda más de información, solo por mencionar unos ejemplos. Al momento de realizar este procedimiento, se deben considerar todas las resoluciones de todas las imágenes que participarán en el proceso (la fecha de toma de imagen; la resolución espacial y espectral del sensor que capturó las imágenes, etc.)



Figura 12 Mosaico de imágenes
Fuente: (Asia Air, 2012)

2.3 CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES

La clasificación de imágenes satelitales asigna niveles de información a grupos con características homogéneas, por medio de la discriminación de múltiples objetos entre sí. Cada nivel de información, se denomina clase. La clasificación debe ejecutarse en base a características espectrales definidas, como densidad, textura etc. Se puede decir que la clasificación divide a la imagen en base a reglas de decisión que primordialmente provienen del uso de técnicas matemáticas de clasificación, que se ejecutan por medio de una serie de pasos.

En la figura 13 se puede apreciar el proceso de clasificación de una imagen satelital. (JARS, 1996)

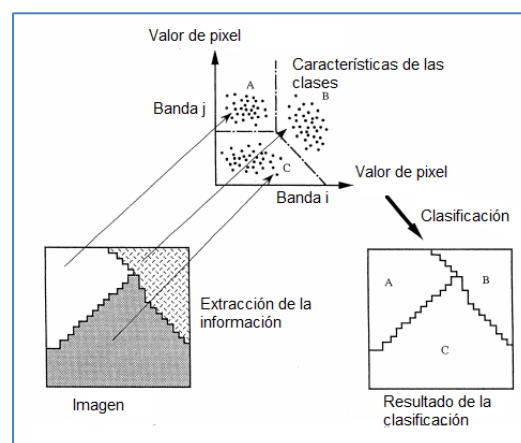


Figura 13 Proceso de clasificación de una imagen satelital
Fuente: (JARS, 1996)

El proceso de clasificación se detalla a continuación:

- **Definición de clases**, dependiendo del objetivo del mapa y de las características de la imagen, estas clases deben ser claramente definidas
- **Selección de características**, por medio de la selección de características multi espectrales/multi temporales, la imagen se discrimina para distinguirse entre las futuras clases
- **Toma de muestras**, en este proceso se asignan porciones de la imagen dentro de cada una de las clases definidas, una óptima selección de muestras, facilita el proceso de selección de atributos.

- **Selección de atributos**, se analizan y comparan varias técnicas de clasificación (área, textura, nivel digital), estas a su vez, se comparan con los datos de entrenamiento, al finalizar este análisis se selecciona una regla de decisión apropiada para la clasificación posterior.
- **Clasificación**, dependiendo de la regla de decisión, todos los píxeles pertenecerán a una sola clase de las clases definidas en el paso 1, este paso se lleva a cabo por medio de la selección de un algoritmo matemático.
- **Verificación**, los resultados clasificados deben ser verificados, por medio de métodos que analicen exactitud y fiabilidad.

2.3.1 MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES

Existen diversos métodos de clasificación de imágenes, la figura 14 hace un resumen de los principales métodos para la clasificación de imágenes.

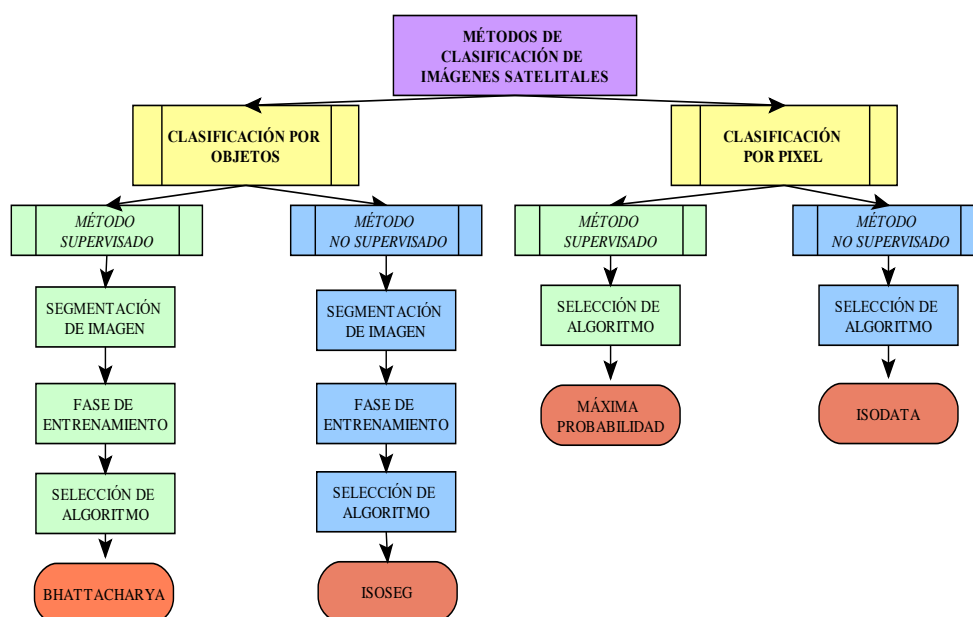


Figura 14 Métodos de clasificación de imágenes satelitales
Fuente: (Mejía & Moncayo, 2012)

2.3.1.1 MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN POR PÍXEL

Este tipo de clasificación ubica cada uno de los píxeles que componen la imagen dentro de una determinada clasificación designada por el intérprete. Las características

de cada píxel y sus niveles digitales se leen y procesan por medio de un algoritmo matemático, la principal característica de este método es la independencia del píxel, hasta antes de que sea clasificado es una entidad no asociada. (Gómez & Sotos, 2006)

- **CLASIFICACIÓN POR OBJETOS**

Este método de clasificación agrupa objetos con características comunes por medio de la abstracción. Un objeto dentro de una imagen es una combinación de píxeles con similares características como: textura, área, nivel digital etc. Esta técnica delimita el tamaño y forma de los objetos y los clasifica a una clase. Para que este método funcione adecuadamente, es necesario diseñar una clasificación que permita que todos los objetos que se van a crear puedan ser clasificados dentro de una clase. (Perichinsky, 2000 citado en Lage, 2004). Para tener una mejor comprensión de como se visualiza un objeto dentro de una imagen, se presenta la figura 15, en este ejemplo se aprecia como la creación de objetos se ajusta a la forma de las entidades del mundo real como: vías, casas y pastos.



Figura 15 Segmento de una clasificación por objetos

Fuente: (GIS Geography, 2017)

- **CLASIFICACIÓN SUPERVISADA**

La clasificación supervisada por objetos, a diferencia de la clasificación por píxel, agrupa píxeles para el análisis por medio de técnicas como la segmentación y clasifica a la imagen analizando clusters o conglomerados, al procesarse estos segmentos, se interpretan como homogéneos en la imagen. Una vez segmentada la imagen, se escoge

un algoritmo para la clasificación por objetos. Los algoritmos más comunes son: Bhattacharya, vecino más cercano, análisis de componentes principales entre otros. En este tipo de clasificación el intérprete tiene un papel muy importante ya que en la fase de entrenamiento selecciona objetos que serán la regla de decisión para la clasificación. (Mejía & Moncayo, 2012)

- **CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA**

El algoritmo ISOSEG es el más empleado en este tipo de clasificación, se aplica sobre un determinado conjunto de regiones que se destacan por los atributos estadísticos de media, matriz de covarianza y área, el método que usa este algoritmo es la distancia de Mahalanobis, que no tiene conocimiento previo de la probabilidad con la que se distribuyen los dato pero permite comprobar cuando una observación está lejos o cerca de un vector que se puede clasificar en una determinada clase. (Mejía & Moncayo, 2012)

2.3.3.2 UNIDAD MÍNIMA DE MAPEO (UMM)

El principal objetivo de definir una UMM, es el de brindar al mapa coherencia respecto a la distribución espacial de las entidades que se mapean, además de generar entendimiento en el usuario del mapa (ver figura 16). Partiendo de esto, el concepto de UMM hace que, por medio de técnicas de generalización, los polígonos menores a la UMM deban adherirse a sus vecinos más cercanos, para que de esa manera, no dificulten la distinción entre entidades mapeadas. (Mejía & Moncayo, 2012).

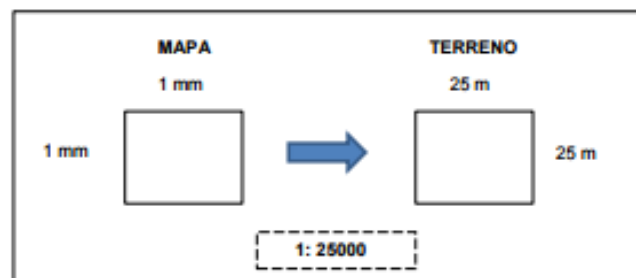


Figura 16 Definición de área en el mapa y en el terreno

Fuente: (Valero, 2015)

Determinar cuál será esta área, tiene relación con lo que se va a representar en el mapa, y específicamente con la escala del mismo, a partir de este criterio existen varias sugerencias para definirla. (Valero, 2015)

Varios concuerdan en que un polígono de 25mm^2 es decir $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ es un criterio acertado para cuantificar la unidad mínima a mapearse, varios trabajos desarrollados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) como el Programa de Regulación y Administración de Tierras Rurales (PRAT) y el Mapa de Capacidad de Uso de las Tierras (CUT) a escala 1:100.000, han usado este valor; sin embargo, la definición de la UMM también puede ser de $4\text{mm} \times 4\text{mm}$ como lo proponen diversos análisis basados en el estudio realizado por Salichev (1979) que propone la siguiente ecuación.

$$UMM = UMV * Escala \ de \ trabajo \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Dónde:

UMV= Unidad mínima visible (percepción del ojo humano)

Escala de trabajo = Escala definida según el objetivo del proyecto

2.4 OCUPACIÓN DEL SUELO

Está definida como el estudio de la superficie terrestre con el fin de clasificar y describir la cubierta y su uso, además permite clasificar y describir características que establecen políticas medioambientales adecuadas, realizar estudios socio-económicos precisos, y evaluaciones de impacto ambiental o de ordenamiento territorial (IGN, 2014). De este importante concepto, se subdividen otras 2 definiciones complementarias entre si y que dejan alcanzar una visión complementa de la ocupación del suelo: Cobertura del suelo y Uso del suelo.

2.4.1 COBERTURA DEL SUELO

La cobertura del suelo hace referencia al aspecto morfológico y tangible del suelo que forman parte del recubrimiento de la superficie terrestre sea de origen natural o cultural; esta superficie se puede espacializar por medio de sensores remotos y varias otras técnicas de levantamiento de información geográfica; dentro de la cobertura de suelo, por ejemplo se encuentran: Cuerpos de agua, bosques, pastizales, matorrales, prados, agrarios etc. (SIOSE, 2014).

2.4.2 USO DEL SUELO

Uso del suelo se define: como las funciones que se desarrollan sobre las cubiertas que ofrece la cobertura del suelo, sean estas de forma parcial, permanente o con la intención de cambiarla y preservarla, ejemplos de uso se consideran: urbano, industrial, conservación, recreación etc. (IGAC, 2014)

2.4.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE OCUPACIÓN DEL SUELO DE ESPAÑA

El estado Español dentro de los elementos que usa para su planificación ha desarrollado el Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) cuyo objetivo es generar una base de datos de ocupación del suelo para toda el país a escala de referencia 1:25.000; SIOSE, es el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, mismo que integra en una base de datos general para el país, la información disponible de las comunidades autónomas y la Administración General del Estado. (IGN, 2014)

El modelo para gestionar la información es descentralizado y coordinada entre las distintas administraciones locales los cuales obedecen a los principios para el correcto manejo de los datos espaciales estipulados por INSPIRE (Infraestructura para datos espaciales en Europa), la misma que se actualiza periódicamente siendo el 2011 el último año de actualización. SIOSE constituye una Infraestructura de datos espaciales

que guarda en sus contenidos toda la información de la ocupación de suelo en España y es la principal fuente de datos para la planificación nacional y local con la que cuentan los gobiernos de este país.

SIOSE sigue un modelo de datos orientado a objetos, lo que quiere decir que tiene niveles de información desagregados y dinámico, su construcción no lo cataloga como un modelo con jerarquías para almacenar la información, este modelo ofrece la ventaja es que a partir de poder generar tantas clasificaciones como se necesiten, por lo tanto no se lo puede considerar como un método para clasificar la información territorial es más bien una descripción del territorio mediante coberturas o combinaciones de ellas con sus diferentes porcentajes de ocupación y atributos, sin pérdida de información (SIOSE, 2016).

2.5 LEYENDAS TEMÁTICAS

Una leyenda temática, es el conjunto de clases que se han definido por el autor de una determinada clasificación, en términos cartográficos, la leyenda temática describe a un mapa temático de acuerdo al objetivo y tema del mismo. Al existir un sin número de mapas temáticos, cada leyenda será particular y mantendrá las especificidades propias del mapa, sin embargo la mayoría se diferencian entre sí por la escala en la que están se emplean. En el tema de ocupación de suelo existen varias leyendas que se han posicionado como referentes para la clasificación, en la siguientes secciones se describirán algunos ejemplos de leyendas temáticas para la clasificación del uso y la cobertura del suelo. (INEGI, 2014)

2.5.1 LEYENDA CORINE LAND COVER

CORINE es un proyecto para la recopilación, la coordinación y la homogenización de la información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales responsabilidad de la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) y que se lleva a cabo en el territorio europeo.

Corine Land Cover (CLC) representa un proyecto exitoso llevado a cabo por la Unión Europea y en términos de clasificación para mapas de ocupación de suelo, viene a ser un referente mundial, para la elaboración de la leyenda temática de este proyecto, CLC constituyó la base para el planteamiento de una leyenda de carácter tradicional, es decir más orientada a una clasificación estática por clases previamente definidas y establecidas en orden jerárquico dejando de lado por momentos los criterios de fotointerpretación para describir a la cobertura del suelo, esta leyenda trabaja a escala 1:100.000 y con una unidad mínima de mapeo de 25 ha.

Se puede mencionar que este sistema cataloga la cobertura del suelo por medio de la leyenda descrita en la figura 17 Esta leyenda cuenta con una nomenclatura, que aglutina 3 niveles de información. (EEA, European Enviromental Agency, 1995)



Figura 17 Leyenda Corine Land Cover (CLC)
Fuente: (EEA, European Environmental Agency, 1995)

Existen además leyendas que se ajustan a escalas de trabajo más grandes, un ejemplo de ello es la del Mapa de Coberturas del Suelo de Cataluña, que tiene como base la cobertura y leyenda de CLC, pero a medida que avanza el detalle de la información genera más niveles, en la tabla 5 se detalla la estructura de esta leyenda que alcanza los 6 niveles de información para la escala de trabajo 1:25.000.

Tabla 5
Leyenda del Mapa de Coberturas del Suelo de Cataluña

NIVEL 5	NIVEL 4	NIVEL 3	NIVEL 2	NIVEL 1F	NIVEL 1
Pinar de pino piñonero	Coníferas	Bosques densos	Bosques densos	Arbolado denso	Terrenos forestales
Pinar de pino marítimo	Coníferas	Bosques densos	Bosques densos	Arbolado denso	Terrenos forestales
Pinar de pino carasco	Coníferas	Bosques densos	Bosques densos	Arbolado denso	Terrenos forestales

Fuente: (SIOSE, 2014)

2.5.2 LEYENDA SIOSE

La leyenda SIOSE está compuesta por tres importantes subgrupos, el primero corresponde a las categorías simples de la leyenda, estas se conforman por unidades encontradas en el terreno que no se pueden confundir de otras, como se puede ver en la figura, las coberturas simples son fáciles de identificar y comprenden en su totalidad el polígono a seleccionarse y según la metodología SIOSE su suma siempre debe ser 100%. (SIOSE, Sistema de información de la ocupación del suelo en España, 2014)18



Figura 18 Ejemplos de clases simples

Fuente: (SIOSE, 2014)

La leyenda de clases simples se muestra a continuación con la figura 19

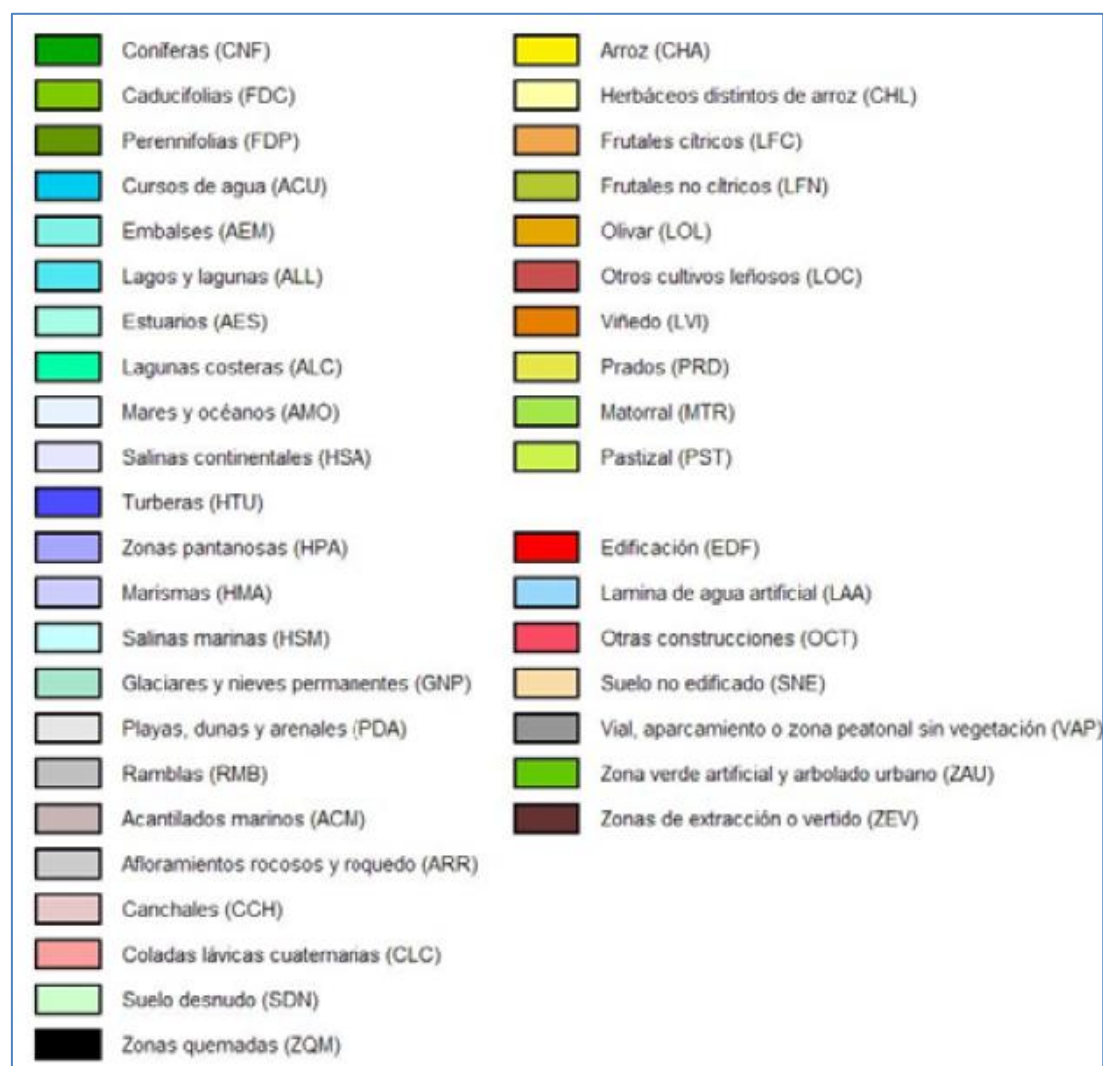


Figura 19 Leyenda de clases simples de SIOSE

Fuente: (SIOSE, 2014)

El segundo grupo lo conforman las clases compuestas. Estas clases por definición están formadas por dos o más clases simples, constituyendo cada polígono una combinación de cobertura y a diferencia de las simples, el porcentaje de cobertura siempre se va a dividir según el número de coberturas. En la figura 20 se ejemplifican algunos casos de coberturas compuestas. (SIOSE, 2014)



Figura 20 Ejemplo de combinación de clases simples
Fuente: (SIOSE, 2014)

En este ejemplo, se tienen 2 tipos de clases simples en el mismo polígono, suelo desnudo y matorral, se incluye el porcentaje de cada uno, en la conformación del polígono.

A continuación se presenta la figura 21 con la leyenda de clases compuestas.














































 Asentamiento agrícola residencial (AAR)	 Energía eléctrica (NEL)
 Dehesa (DHS)	 Energía eólica (NEO)
 Huerta familiar (UER)	 Gaseoducto/oleoducto (NGO)
 Olivar/viñedo (OVD)	 Energía hidroeléctrica (NHD)
 Urbano mixto casco (UCS)	 Energía nuclear (NCL)
 Urbano mixto ensanche (UEN)	 Energía solar (NSL)
 Urbano mixto discontinuo (UDS)	 Energía térmica (NTM)
 Administrativo institucional (EAI)	 Plantas de tratamiento (NPT)
 Campo de golf (ECG)	 Vertederos y escombreras (NVE)
 Cementerio (ECM)	 Conducciones y canales (NCC)
 Cultural (ECL)	 Depuradoras y potabilizadoras (NDP)
 Deportivo (EDP)	 Desalinizadora (NDS)
 Educación (EDU)	 Telecomunicaciones (NTC)
 Parque urbano (EPU)	 Aeroportuario (NAP)
 Penitenciario (EPN)	 Portuario (NPO)
 Religioso (ERG)	 Red ferroviaria (NRF)
 Sanitario (ESN)	 Red viaria (NRV)
 Polígono industrial ordenado (IPO)	 Primario agrícola-ganadero (PAG)
 Polígono industrial sin ordenar (IPS)	 Primario forestal (PFT)
 Industria aislada (IAS)	 Minero extractivo (PMX)
	 Piscifactoria (PPS)
	 Camping (TCG)
	 Comercial y oficinas (TCO)
	 Complejo hotelero (TCH)
	 Parque recreativo (TPR)

Figura 21 Leyenda completa de las clases compuestas
Fuente: (SIOSE, 2014)

Finalmente, el tercer grupo lo componen los atributos que, por estructura de la geodatabase, se colocan con las coberturas simples, y por definición se extienden hasta las coberturas compuestas por ser esta combinación de coberturas simples. Ejemplo de ello, en una clase simple es un polígono correspondiente a cultivos, que lleve el atributo de tener riego o no, de la misma manera en una cobertura compuesta, que puede tener un porcentaje de casa con atributo de vivienda unifamiliar sumado a cultivo sin riego. (SIOSE, 2014)

2.6 VALIDACIÓN DE CLASIFICACIONES EN IMÁGENES SATELITALES

Un proceso de validación permite conocer a través de una serie de cálculos estadísticos la fiabilidad del proceso realizado. El muestreo en estadística analiza la relación que existe entre un universo, o población objetivo, con una o varias muestras que se extraen de ella. Estudiar la muestra permite hacer análisis y estimaciones de variables no conocidas de la población (objetivo del estudio). Esta estimación permite conocer a la población (en su totalidad) sin tener que contactar al 100% de ella. Contando con datos de la muestra, se practican cálculos para conocer: desviación estándar, varianza, proporciones, etc, conocidos como estadísticos, cuando se han obtenido estos parámetros y se finaliza el análisis, se ha conseguido obtener un estimador que describa, según el objetivo del estudio, una o varias características de una población o universo. (Lagares & Albandoz, 2001)

2.6.1 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para el cálculo del tamaño de muestra, se requiere conocer previamente algunas características de la población de la cual se extraerá la muestra, ya que existen sustanciales diferencias entre métodos y los parámetros que estos usan. Inicialmente, es necesario conocer el tamaño de la población; una población finita o conocida se considera ≤ 100.000 , mientras que una infinita o desconocida > 100.000 , además es necesario conocer, el error del muestreo que determinará la fiabilidad del análisis cuando este concluya, es decir, el umbral superior e inferior en el que deben enmarcarse los datos para que estos sean aceptables. Otro dato importante, que debe

conocerse previo al muestreo es el porcentaje del resultado que se investiga, valor que se ubica entre 0 y 1 y que permite saber que tan homogénea es la población que se va a estudiar, por ejemplo un valor de 0.5, establece que en una pregunta de si o no, 50% de los encuestados contestarán que sí, mientras que el restante 50% responderán con un no (Rodríguez, 1996).

2.6.1.1 CÁLULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA UNA POBLACIÓN INFINITA

Según (Congalton, 1998), “*un 1% de la superficie cartografiada debe ser muestreada para el proceso de validación del mapa*”, sin embargo un muestreo depende del nivel de probabilidad que requiera otorgársele a la estimación, en este caso se analiza una variable binomial que va a acertar o no en la clasificación de la imagen, por lo que se plantea la siguiente ecuación. (Foody, 2002)

$$n = \frac{z^2 * pq}{e^2} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

z = 1.96 valor al 95% de confianza

p y q = Son los porcentajes de probabilidad de que ocurra un evento, su suma debe ser 100%.

e = error en el que se posicionarán los datos

2.6.1.2 CÁLULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA UNA POBLACIÓN FINITA

Según (Mejía & Moncayo, 2012), el método que se presenta a continuación, permite calcular el tamaño de la muestra para un área de estudio conocida por el intérprete y que está dividida por estratos o clases provenientes de la clasificación, a

diferencia del método anterior, aquí se conocen las superficies de las clases por lo que no solo se van a conocer el total de muestras, también se podrán asignar directamente cuantas muestras se deben tomar por cada clase.

$$n = \frac{\sum(N_h \times S_h)^2}{V + \sum N_h \times S_h^2} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Donde:

N_h = Población o universo de predio en el Estrato (Área del Estrato)

S_h = Desviación Standard de los elementos de la población en el estrato h.

V = Varianza deseada de la superficie total de predios en el Universo o Población

En el caso de que solo exista una clase dentro de un estrato, la desviación estándar será 1.

2.6.2.3 ESTRUCTURA DEL MUESTREO

Al obtenerse el número de muestras que se requieren para validar el mapa, cabe definirse como se van a distribuir sobre el terreno, para ello existen muchos criterios e investigaciones de donde se pueden destacar los citados por Berry y Baker (1968); Congalton (1988); Rosenfeld (1982); Dozier y Strahler (1983); que destacan al muestreo aleatorio simple y al muestreo sistemático no alineado como métodos que ofrecen buenos resultados. (Chuvienco, 1996)

Además de los métodos señalados a continuación en la figura 22 se muestran distribuciones para realizar el muestreo.

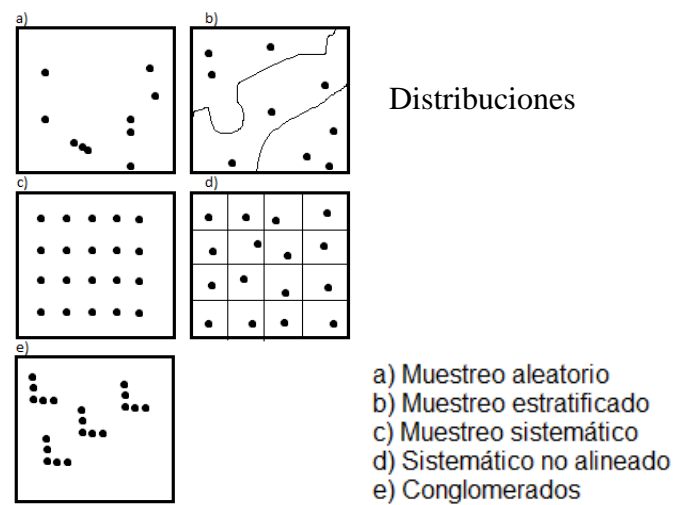


Figura 22 Métodos para realizar muestreo
Fuente: (Chuvieco, 1996)

2.6.2.4 MATRIZ DE CONFUSIÓN

Una clasificación no se puede considerar terminada hasta que no se realice un método de validación. Para realizar una validación es necesario contar con dos mediciones, la primera corresponde a la cobertura real del terreno que se debe realizar por medio de una toma de muestras (puntos GPS), mientras que la segunda medición corresponde a la deducida por el software en el proceso de clasificación. Con estos datos, se forma una matriz que analiza el conflicto entre ambas mediciones, esta matriz comúnmente se denomina matriz de confusión (ver figura 23). Esta matriz es bidimensional, las filas corresponden a las clases reales tomadas en campo, mientras que las columnas son la deducción del software. Al contarse con el mismo número de clases en filas y columnas, se forma una matriz cuadrada: $n \times n$, n es igual al número de clases (Chuvieco, 1996)

Por concepto, la diagonal principal de la matriz se refiere a la cantidad de puntos que fueron verificados y que aciertan con la clasificación del software. Complementan la matriz, los valores que están fuera de la diagonal principal y que corresponden a errores de la clasificación.

	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase n	Total
Clase 1	X_{11}				X_{1+}
Clase 2		X_{22}			X_{2+}
Clase 3			X_{33}		X_{3+}
Clase n				X_{nn}	X_{n+}
Total	X_{+1}	X_{+2}	X_{+3}	X_{+n}	ΣX_{ij}

Figura 23 Matriz de confusión
Fuente: (Mejía & Moncayo, 2012)

2.6.2.5 ESTADÍSTICAS PARA LA VALIDACIÓN

Con base en los resultados obtenidos en la matriz de confusión, se pueden desarrollar una serie de cálculos adicionales que finalmente arrojan un resultado de la clasificación de imágenes satelitales. La fiabilidad global, es el resultado de relacionar los elementos de la diagonal principal de la matriz, con el total de puntos que se tomaron en campo.

$$F = \frac{\sum_{i=1, n} x_{ii}}{\sum_{i=1, n} \sum_{j=1, n} x_{ji}} \quad \text{(Ecuación 5)}$$

El valor de fiabilidad global, representa una estimación en base a la muestra, por lo que es necesario calcular el error de muestreo, esto permitirá contar con estimaciones más precisas de los resultados de la clasificación.

$$n_o = \sqrt{\frac{Fx(100-F)}{l}} \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Donde:

l = Número de clases de la matriz de confusión

F = Fiabilidad total (Ecuación 5)

Finalmente, se calcula el intervalo de confianza u

$$u = F \pm (Z \times n_o) \quad \text{(Ecuación 7)}$$

Donde:

F= Fiabilidad total

Z= Nivel de confianza

n_o = Error de muestreo

2.6.6.4 COEFICIENTE DE KAPPA

El coeficiente de Kappa estima el grado de concordancia entre dos mediciones, en el contexto de la clasificación de imágenes, este coeficiente mide que tanto se ajusta la realidad del territorio a la clasificación automática realizada en el software, comprobando al final del análisis la fiabilidad de la clasificación realizada. (López de Ullibari & Pita Fernández, 2001). La ecuación 8 permite realizar este coeficiente.

$$\frac{n \sum_{i=1}^l n_{ii} - \sum_{i=1}^l (n_i + n_j)}{n^2 - \sum_{i=1}^l (n_i + n_j)} \quad \text{(Ecuación 8)}$$

Donde:

l= Número de clases de la matriz de confusión

n= Número total de observaciones en la matriz

n_{ii} = Número de observaciones en la línea i y columna i en la diagonal principal

$$(a)n_{+i} = \sum_{j=1}^1 n_{ij} \quad \text{(Ecuación 9)}$$

$$(a)n_{+j} = \sum_{j=1}^1 n_{ij}$$

Donde:

n_{+i} = Sumatoria de los valores de una categoría en una fila

n_{+j} = Sumatoria de los valores de una categoría en una columna

Interpretación de los valores de kappa

Según (Landis & Koch, 1977) El rango en el que se posiciona la medición de este indicador, oscila entre -1 y 1, cuando más se acerca a 1 el dato, mayor será la concordancia entre la realidad del terreno y la clasificación. Por lo tanto si:

Kappa = 1, existe perfecta concordancia.

Kappa = 0, la concordancia es mala entre las variables

Kappa < 0, la concordancia es pésima entre las 2 mediciones

A continuación se presenta la tabla 6, que permite clasificar los resultados de la estimación del coeficiente de Kappa.

Tabla 6
Calidad de la concordancia del índice de kappa

VALOR DE KAPPA	CALIDAD
≤ 0.00	Pésima
0.0 – 0.20	Mala
0.20 – 0.40	Razonable
0.40 – 0.60	Buena
0.60 – 0.80	Muy buena
0.80 – 1.00	Excelente

Fuente: (Landis & Koch, 1977)

2.7 SISTEMAS PRODUCTIVOS

Cada Unidad Productiva Agropecuaria (UPA) cuenta con características específicas que se derivan de una serie de variables propias de la unidad como: acceso a riego, fertilidad del suelo, características biofísicas de la zona, etc. Los indicados son solo ejemplos de la diversidad existente en cuanto a la dotación de recursos y a las circunstancias que constituyen una unidad de producción; a estos factores se suma el factor tecnológico, por el cual, se facilitan las labores de trabajo sobre la tierra y que a su vez se reducen o incrementan tiempos. Dependiendo el caso, estos factores repercuten directamente sobre la productividad y rentabilidad. La clasificación de los sistemas productivos se basa en una serie de factores clave, incluyendo: (i) la base de recursos naturales disponible; (ii) el patrón predominante de actividades agrícolas y formas de subsistencia de los hogares agropecuarios incluyendo su relación con los mercados y (iii) la intensidad de las actividades de producción (FAO, 2015).

2.7.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

A continuación, en la tabla 7 se presenta la clasificación de los sistemas productivos en el Ecuador

Tabla 7
Clasificación de sistemas productivos

TIPO DE SISTEMA PRODUCTIVO
<p>EMPRESARIAL. - En este sistema de producción, el elemento primordial es el capital, este posibilita la adquisición tecnológica que se usa en el trabajo productivo sobre las zonas agropecuarias, acuícolas y avícolas; por ende el principal objetivo de este sistema es maximizar ganancias; en cuanto al personal, se contrata mano d obra permanente y asalariada y por temporadas ocasional, por lo general su producción se orienta a la exportación y a productos agroindustriales.</p>



<p>COMBINADO. - A diferencia del empresarial, este sistema aplica un paquete tecnológico semi-tecnificado, lo que permite incrementar la presencia de personal asalariado. La producción de este sistema se inserta principalmente en el mercado nacional y local, contribuyendo a satisfacer la canasta básica familiar.</p>
<p>MERCANTIL. - La característica de este sistema, es articularse con el mercado de consumo, su economía está basada en el comercio de la producción, destinando porcentajes mínimos al autoconsumo, contribuyendo a la canasta básica de la familia productora. No se puede relacionar este sistema al incremento del capital, ya que su nivel de producción está limitado por la unidad productiva agropecuaria. El productor es considerado como la fuerza de trabajo principal, que ocasionalmente se complementa con mano de obra asalariada y trabajo familiar.</p>
<p>MARGINAL. - A diferencia de todos los anteriores, este sistema, está lejos de incidir en el desarrollo económico, ya que el ingreso y excedente son mínimos, se basa en la mano de obra familiar y con prácticas y conocimiento ancestral para sostener la economía familiar, por lo que se consideran en esta categoría a los cultivos de subsistencia. Los miembros de la familia buscan otros empleos, dentro o fuera de actividades de carácter productivo.</p>

Fuente: (IEE, 2012)

2.7.2 AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA

La producción de carácter marginal definida anteriormente, puede ajustarse a la siguiente definición hecha por FAO que señala: “*La agricultura familiar incluye todas las actividades agrícolas de base familiar y está relacionada con varios ámbitos del desarrollo rural. La agricultura familiar es una forma de clasificar la producción agrícola, forestal, pesquera, pastoril y acuícola gestionada y operada por una familia.*”

Sabiendo que, la mano de obra predominante en la actividad agropecuaria de un sistema marginal, es la familia, la agricultura familiar campesina (AFC) es un tipo de sistema productivo que se desarrolla comúnmente en extensiones pequeñas de terreno,

con tecnología de producción básica y que genera una producción en muchos de los casos para la subsistencia del núcleo familiar. Sin embargo en muchos países especialmente en Latinoamérica este tipo de agricultura es la responsable de alimentar a la mayoría de la población, en Ecuador se estima que el 60% de los alimentos provienen de este sector (MAGAP, 2014).

Para que exista un correcto desarrollo de esta actividad existen algunos factores clave como las condiciones agroecológicas y las características socioeconómicas de un determinado territorio. Temas como normativas y regulaciones, acceso a riego, comercialización, generación de valor agregado, son solo un ejemplo de condicionantes alrededor del desarrollo de la AFC, Se ha demostrado que este es uno de los sectores más necesitados de atención de parte de las políticas agrarias ya que dentro de ella se encuentran muchas personas en condiciones de pobreza que con un afinado apoyo podrán no solo salir de esta situación mejorando las condiciones de vida de toda la sociedad sino que también sostienen la seguridad y soberanía alimentaria de los territorios. (FAO, 2014)

En África se estima que el 80% de la producción de alimentos proviene de este sector, por lo que la apuesta en esta región va hacia una planificación orientada a la producción sustentable, un marco legal con políticas públicas direccionado a los campesinos minifundistas y el fortalecimiento de los gobiernos locales de zonas rurales.

En Europa de manera similar se hace la estimación de que alrededor del 85% de todos los sistemas de producción de la región corresponden a la agricultura familiar y se establecen políticas direccionadas a su continuo desarrollo porque se ha encontrado en ella un modelo que alcance crecimiento sustentable, seguridad y soberanía alimentaria y mitigación de la pobreza rural. (FAO, 2016)

Asia, considerado un continente con alta incidencia de pobreza y altamente dependiente de las actividades agrícolas en zonas rurales, también se centra en la agricultura familiar como modelo de desarrollo para zonas rurales, esta región alberga alrededor de del 74% de productores familiares a nivel mundial, China aportando un

35% y la India un 25%, en valores relativos se estiman 570 millones de agricultores familiares y al igual que en África contribuyen con el 80% de la alimentación de toda la región. En esta región se hace especial énfasis sobre la producción por parcela o Unidad Productiva Agropecuaria (UPA) o Unidad Productiva Familiar (UPF) siendo esta una definición más acertada, ya que se está incentivando un modelo de diversificación productiva que permita suplir no solo calóricamente las necesidades de la población sino que al mismo tiempo brinden una nutrición de calidad y el análisis de la producción por parcela les permite planificar que, como y cuanto se está produciendo. (FAO, 2014)

2.8 ZONAS HOMOGÉNEAS

Es una zona delimitada y territorial, que tiene características físicas como la capacidad de uso de la tierra, ocupación de suelo, acceso a servicios básicos, tienen una homogeneidad en términos cuantitativos y cualitativos, determinados bajo los términos y condiciones impuestas por el territorio. Son unidades geográficas con características similares, luego de que se hayan analizado las variables escogidas para el análisis. (HERRERA ROSAS, 2014). En la figura 24, se puede apreciar un ejemplo de cómo se seleccionan zonas homogéneas, luego de un análisis de sus variables en una determinada zona de estudio.



Figura 24 Ejemplo de zonas homogéneas
Fuente: (IGAC, 2009)


2.8.1 VARIABLES AGROECOLÓGICAS

Una variable agroecológica se puede definir como una característica propia de ecosistema constituido por una población biótica y un territorio con el que esta comunidad interactúa. Una población biótica por lo general la conforman poblaciones de seres vivos (plantas, animales). En el contexto agropecuario, cuando ese espacio territorio, tiene un uso agrícola o pecuario se denomina agroecosistema. (Bermúdez, 2007).

2.8.1.1 CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

La metodología de capacidad de uso de las tierras, clasifica los suelos acorde a las limitaciones que estos presentan para el uso agropecuario de las tierras, este método se desarrolló por el departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA). La tabla 8 presenta la clasificación de la capacidad de uso de las tierras

Tabla 8
Clasificación de la capacidad de uso de las tierras

DESCRIPCIÓN CLASE	EJEMPLO
<p>Clase I. Terrenos adecuados para cultivos agrícolas, pastos y bosques</p> <p>Son suelos con prácticamente sin limitantes para su uso, considerados planos, casi sin susceptibilidad a erosión, con buen drenaje y profundidad fáciles de trabajar, con buena capacidad de retención de agua. El clima permite favorable para el desarrollo de varias clases de cultivos. Por lo general, cuentan con obras de riego.</p>	



<p>Clase II. Suelos con algunas limitantes que reducen la elección de plantas o requieren prácticas ligeras de conservación de suelos.</p> <p>Descripción de las limitaciones: 1. Pendiente suave. 2. Poca susceptibilidad a erosión hídrica o eólica. 3. Profundidad menor a la de un suelo clase I 4. Estructuras y facilidad para el laboreo desfavorables. 5. Contenido moderado de sales y sodio. 6. Daños a la vegetación ocasionados por inundaciones. 7. Exceso de humedad con moderadas limitantes permanentes.</p>	
<p>Clase III. Suelos con severas limitaciones que reducen la selección de plantas o requieren prácticas especializadas de conservación o ambas.</p> <p>1. Pendientes poco elevadas. 2. Susceptibilidad a erosión hídrica o eólica 3. Propensos a inundaciones seguido de daños a las plantas. 4. Poca fertilidad del subsuelo. 5. Mucha humedad y saturación del suelo que continúan después de la construcción de drenajes. 6. Pequeña profundidad del suelo debido a la pedregosidad que es un limitante para retener agua. 7. Poca retención de humedad. 8. Poca contenido de nutrientes, por lo común alcalino-térreos. 9. Salinidad y sodio moderadas y 10. Condición climática normal.</p>	
<p>Clase IV. Suelos con limitantes muy severas que restringen la elección de cultivos o requieren de un manejo muy cuidadoso o ambos.</p> <p>1. Pendientes fuertes. 2. Alta susceptibilidad a erosión hídrica y eólica 3. Efectos importantes a causa de la erosión 4. Suelos poco espesos. 5. Sin captación de humedad. 6. Propensos a</p>	

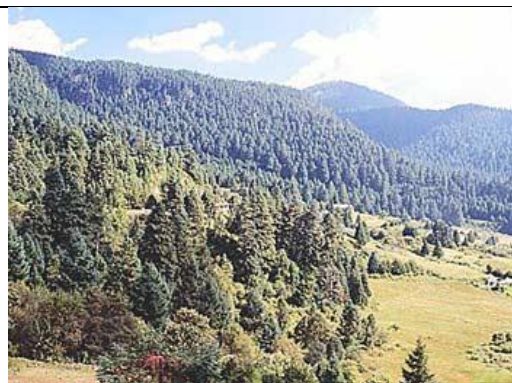


<p>inundarse con afectación a los sembríos. 7. Ata ocurrencia de exceso de humedad 8. Suelos altos en sales 9. Efectos del clima</p>	
<p>Clase V. Terrenos para pastos y bosques, generalmente no aptos para cultivos.</p> <p>1. No tienen problema de erosión, pero se inundan fácilmente, limitaciones por el clima 2.. Suelos prácticamente planos. 3. Zonas con relieve cóncavo que complican la construcción de drenajes.</p>	
<p>Clase VI. Suelos con limitaciones severas que los hacen no aptos para su aprovechamiento bajo cultivos, pero que pueden ser utilizados en la producción de pastos, árboles o vida silvestre o cultivos especiales en cobertura</p> <p>1. Susceptibles a erosión fuerte, 2. Presentan signos de pasados procesos de erosión 3. Pedregosidad, 4. Superficie susceptible, 5. Mucha humedad y riesgo de inundación, 6. Exceso de sales 7. Clima adverso.</p>	
<p>Clase VII. Suelos con limitaciones muy severas que los hacen no aptos para cultivos y restringen su uso a la producción de pastos o árboles o vida silvestre.</p> <p>1. Pendientes fuertes 2. Alta incidencia de erosión 3. Suelos con poca profundidad 4. Pedregosidad alta 5. Suelos sin capacidad de retención 6. Alta cantidad de sodio 7. Clima adverso 8. Limitaciones para que estos suelos no se usen para cultivos comunes.</p>	



Clase VIII. Suelos con limitaciones tales que únicamente pueden ser utilizados para recreación o vida silvestre o abastecimiento de agua o propósitos estéticos.

1, Alta susceptibilidad de erosión 2. Condiciones climáticas adversas 3. Suelos muy húmedos 4. Muchas piedras



Fuente: (Klingebiel & Montgomery, 1961)

2.8.2 VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

Una variable socioeconómica indica una determinada situación o estado de una población o individuo. En el ámbito económico puede ser el nivel de ingreso, tipo de ocupación, gasto de educación y salud, mientras que socialmente se pueden numerar: nivel de estudios y acceso a la seguridad social. Con el fin de no dividir estas variables, por la alta dependencia que tienen entre sí, se combinan para catalogar a todo este tipo de variables. (Guillamón, 2003)

2.8.2.1 EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Una evaluación multicriterio, es considerada una serie de técnicas que se usan para evaluar una cantidad de datos de varias variables que se traducirán en alternativas que logren satisfacer un determinado objetivo, también conocidos como modelos de decisión, ayudan al investigador a obtener análisis balanceados frente a una problemática a resolver, ya que factores cualitativos muchas veces no se consideran con la importancia que deberían tener al momento de generar datos cuantitativos. (Nijkamp y Van Delft, 1977).

METODOLOGÍA SAATY

Thomas L. Saaty, 1980 fue el matemático que desarrolló este método, consiste en comprender cualitativamente una problemática compuesta de varias variables

(multicriterio), por medio de la asignación de pesos a las variables (jerarquización), que permite visualizar el problema. El modelo jerárquico tiene tres niveles: objetivo, criterios y alternativas (véase figura. 25)

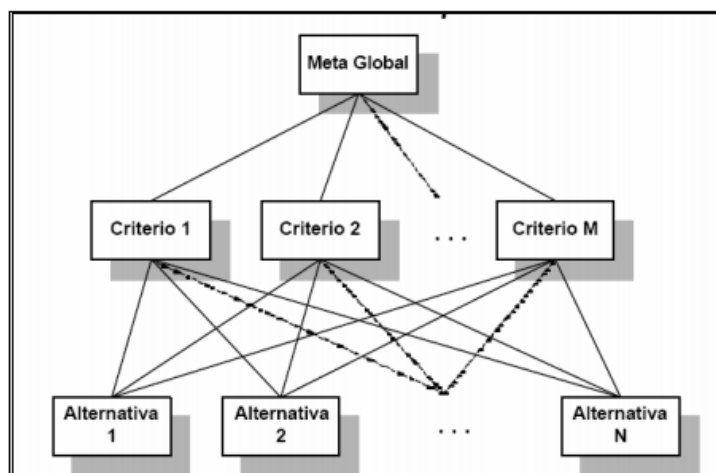


Figura 25 Teoría de la decisión multicriterio

Fuente: (Vásquez, 2007)

Con el modelo jerárquico diseñado, se continúa comparando las relaciones entre los elementos o variables que componen el análisis, por medio de la atribución de valores numéricos subjetivos provenientes de las personas que trabajan en el modelo, se genera una síntesis de todas las variables involucradas mediante la agregación de juicios a priori. Elaborar las comparaciones requiere el uso de escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, que van de 1 hasta 9. Con el resultado del proceso se permite catalogar a todas las variables involucradas dentro de un indicador que deberá ser clasificado adecuadamente.

2.9 UNIDAD PRODUCTIVA FAMILIAR (UPF)

Según la Ley de Tierras y Territorios Ancestrales (2016):

La Unidad Productiva Familiar es una unidad de medida económica, estimada en un número de hectáreas de tierra productiva, que le permite a una familia rural percibir los ingresos necesarios para satisfacer sus necesidades básicas que

garantice el buen vivir, y que contribuyan a la formación de un patrimonio. Esta unidad de medida se aplicará para determinar el número o de familias beneficiarias en relación con la extensión del predio en programas de redistribución de tierra.

- **Ingreso familiar:** La UPF deberá suministrar a la familia ingresos netos mensuales no inferiores a la suma de dos salarios básicos unificados.
- **Excedente:** Destinado al pago del valor de la tierra e inversiones dirigidas al mejoramiento de los sistemas de producción agraria
- **Salario básico:** El salario básico unificado según (INEC, 2017) se fijó en US\$ 375 mensuales. US\$ 4500 anuales.
- **Líneas de pobreza:** Con fecha diciembre 2016 la línea de pobreza se fijó en US\$ 84,68 mensuales per cápita, pobreza extrema en US\$ 47,72 mensuales por persona. (INEC, 2016)

2.9.1 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA A PRIORI

Al momento de desarrollar trabajos de investigación es necesario determinar un método estadístico que permita obtener datos de manera fiable. En muchas investigaciones, se decide realizar un estudio previo al estudio definitivo de campo, denominada prueba piloto, con el fin de trabajar con datos sin embargo desarrollar este tipo de prueba, necesita de un cálculo previo, en el que se incluyan parámetros básicos de la teoría del muestreo. (Cochran, 1990). La Ecuación 9, es la más usada y aceptada al momento de proponer un método de cálculo de tamaño muestral para una población finita.

$$n = \frac{N \times Z^2 p \times q}{e^2 (N - 1) + Z^2 p \times q} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde:

N = Población a muestrear

e = Error de muestreo, se usa comúnmente el 5%.

p y q = Son los porcentajes de probabilidad de que ocurra un evento, su suma debe ser 100%.

Z = Dato de carácter teórico que se ajusta de acuerdo al nivel de confianza con el que se trabaja. En el caso de 95% , $Z = 1.96$.

2.9.2 PRUEBA PILOTO

La prueba o encuesta piloto, pone en práctica la tendencia que tendrá un determinado estudio o experimento, se desarrolla por varias razones identificadas por el encuestador, como por ejemplo: la estimación del error a emplearse en el cálculo, la posibilidad de suceso del evento, la adaptabilidad de las preguntas formuladas, la posibilidad de reformular la encuesta, ajustar el tamaño de la muestra entre otras. Según Connely (2008), un 10% de la muestra proyectada a priori, Isaac y Michael (1995) sugieren 10 – 30 participantes; Hill (1998) también sugiere 10 a 30 participantes para una encuesta previa.

2.9.3 CÁLCULO DE P Y Q

La probabilidad de ocurrencia o P , estima la eventualidad de que un determinado suceso ocurra. P permite medir que tan alta o baja es esta probabilidad de suceso, a partir de un experimento o prueba. Este valor se determina como porcentaje y su rango se fija entre 0 – 1. Q por su parte es el valor complementario de P y representa el resultado de no ocurrencia del suceso. Por ejemplo: sobre una pregunta de sí o no, el valor de ocurrencia y de no ocurrencia es igual, debido a que solo hay dos maneras de responder la pregunta, para este ejemplo el valor de P se fija en 0.5 mientras que Q al ser complementario a P y teniendo que sumar 1, de la misma manera será 0.5. (Martínez, 2010)

Para calcular un tamaño de muestra, se deben considerar tres conceptos básicos:

- Tipo de estadístico que se desea estimar, es decir el objetivo de la encuesta denominado comúnmente E.

- Error permitido en la estimación del estadístico, conocido como e , es un porcentaje que determina el umbral de aceptación del estadístico.
- Nivel de confianza con el que se trabaja, $1-\alpha$, que usualmente suele ser del 95%, 97% o 99%. (Cochran, 1990)

Los tres parámetros descritos se unen en la siguiente expresión

$$\Pr(|E_0 - E| < e) = 1-\alpha \quad \text{(Ecuación 11)}$$

2.9.4 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA UPF

A continuación, se presenta en la Ley de Tierras y Territorios Ancestrales, 2016, para mayor información de la metodología, ver el Anexo 12.A

$$IN = IB - CD \quad \text{(Ecuación 12)}$$

$$IB = PV + PA \quad \text{(Ecuación 13)}$$

Donde:

IN = Ingreso neto

IB = Ingreso bruto; Ingresos totales

CD = Valor de insumos necesarios para la producción

PV = Valor de la producción vendida

PA = Valor de los productos consumidos en el predio

2.10 MARCO LEGAL

Para sustentar legalmente la presente investigación, a continuación; se abordan algunas leyes y códigos, que tienen relación con las temáticas tratadas en el presente documento.

2.10.1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR 2008

La constitución de Montecristi redactada en el año 2008, estableció un nuevo paradigma en el desarrollo del país, en términos de ordenamiento territorial y soberanía alimentaria a continuación se detallan los principales artículos en los que se basa el desarrollo de la presente investigación.

TÍTULO II – DERECHOS

Capítulo segundo - Derechos del buen vivir

Art. 13.- *“Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.”*

TÍTULO VI - RÉGIMEN DE DESARROLLO

Capítulo primero - Principios generales

Art. 275.- *“El régimen de desarrollo es el conjunto organizado, sostenible y dinámico de los sistemas económicos, políticos, socio-culturales y ambientales, que garantizan la realización del buen vivir, del sumak kawsay.*

El Estado planificará el desarrollo del país para garantizar el ejercicio de los derechos, la consecución de los objetivos del régimen de desarrollo y los principios consagrados en la Constitución. La planificación propiciará la equidad social y territorial, promoverá la concertación, y será participativa, descentralizada, desconcentrada y transparente.

El buen vivir requerirá que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades gocen efectivamente de sus derechos, y ejerzan responsabilidades en el marco de la interculturalidad, del respeto a sus diversidades, y de la convivencia armónica con la naturaleza.”

Capítulo tercero - Soberanía alimentaria

Art. 281.- *“La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado:*

1. Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economía social y solidaria.

4. Promover políticas redistributivas que permitan el acceso del campesinado a la tierra, al agua y otros recursos productivos.

10. Fortalecer el desarrollo de organizaciones y redes de productores y de consumidores, así como la de comercialización y distribución de alimentos que promueva la equidad entre espacios rurales y urbanos.

11. Generar sistemas justos y solidarios de distribución y comercialización de alimentos. Impedir prácticas monopólicas y cualquier tipo de especulación con productos alimenticios.”

TÍTULO VII - RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

Capítulo segundo - Biodiversidad y recursos naturales

Art. 410.- *“El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.”*

**2.10.2 CÓDIGO ORGÁNICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL
AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN COOTAD – Registro Oficial
166, Suplemento, del 2014-01-21**

El COOTAD como se conoce comúnmente a este código, tiene como principal objeto impulsar el proceso de descentralización en el país por medio de un marco legal que define las competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) en los 3 niveles de Gobierno establecidos y su respectiva relación con el trabajo que realiza el Gobierno central a través de las agendas ministeriales, uno de los principales principios del código se refiere a la sustentabilidad del desarrollo que busca priorizar las potencialidades, capacidades y vocaciones de los territorios enfocados en las especificidades de las comunidades que habitan los mismos, con el fin de desarrollar y mejorar el bienestar de la población.

TÍTULO III - GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS

Capítulo IV - Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural

Artículo 64.- Funciones.- *“Son funciones del gobierno autónomo descentralizado parroquial rural:*

a) Promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial parroquial, para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas parroquiales, en el marco de sus competencias constitucionales y legales

g) Fomentar la inversión y el desarrollo económico especialmente de la economía popular y solidaria, en sectores como la agricultura, ganadería, artesanía y turismo, entre otros, en coordinación con los demás gobiernos autónomos descentralizados.”

Artículo 65.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado parroquial rural.- *“Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales ejercerán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio*

de otras que se determinen: a) Planificar junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad el desarrollo parroquial y su correspondiente ordenamiento territorial, en coordinación con el gobierno cantonal y provincial en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad;

d) Incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias, la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente.”

TÍTULO V- DESCENTRALIZACIÓN Y SISTEMA NACIONAL DE COMPETENCIAS

Capítulo IV - Del Ejercicio de las Competencias Constitucionales

Artículo 136.- Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.-“*Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales promoverán actividades de preservación de la biodiversidad y protección del ambiente para lo cual impulsarán en su circunscripción territorial programas y/o proyectos de manejo sustentable de los recursos naturales y recuperación de ecosistemas frágiles; protección de las fuentes y cursos de agua; prevención y recuperación de suelos degradados por contaminación, desertificación y erosión; forestación y reforestación con la utilización preferente de especies nativas y adaptadas a la zona; y, educación ambiental, organización y vigilancia ciudadana de los derechos ambientales y de la naturaleza. Estas actividades serán coordinadas con las políticas, programas y proyectos ambientales de todos los demás niveles de gobierno, sobre conservación y uso sustentable de los recursos naturales.”*

2.10.3 LEY DE TIERRAS Y TERRITORIOS ANCESTRALES – Registro Oficial 711, Suplemento del 14-03-2016.

Al igual que todas las leyes nombradas anteriormente, esta ley tiene jurisdicción Nacional, el principal objeto es normar el acceso y propiedad a la tierra en zonas rurales buscando que la misma cumpla la función social y ambiental.

Artículo 9.- Lineamientos de política agraria. *“Para el desarrollo del sector agrario se considerarán los siguientes lineamientos en materia de tierras rurales:*

a) Regular la propiedad de la tierra rural;

b) Asegurar el acceso equitativo a la propiedad a quienes se encuentran en posesión agraria de conformidad con esta Ley;

c) Apoyar el desarrollo económico rural del sector agropecuario, en concordancia con los planes de desarrollo y ordenamiento territorial, el plan nacional agropecuario y la planificación hídrica nacional;

d) Establecer un régimen preferencial de incentivos a favor de la agricultura familiar campesina, de los pequeños y medianos productores agropecuarios y de organizaciones campesinas, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades, para el desarrollo de sus inversiones de conformidad con la Constitución y la Ley;

e) Proporcionar asistencia técnica e información permanente, promover el diálogo de saberes e inversión pública orientada a garantizar la soberanía alimentaria;

f) Conservar, proteger y mejorar la fertilidad de los suelos;

g) Promover canales alternativos de comercialización de productos agrarios; y,

h) Los demás que dicte la Autoridad Agraria Nacional.”

Artículo 16.- De la pobreza extrema. *“De manera prioritaria la Autoridad Agraria Nacional transferirá a las familias campesinas en situación de pobreza extrema que habitan en zonas rurales más deprimidas, extensiones de tierra productiva no inferiores a una Unidad Productiva Familiar, para promover la producción agraria, proporcionando capacitación, asistencia técnica y apoyo financiero. Las familias beneficiarias deben acreditar en correspondencia, acceso de sus miembros a programas de educación, salud pública; y producción de auto consumo. Se observarán los criterios de prioridad definidos en el artículo anterior. El pago del valor del predio adjudicado y sus intereses correrán y serán exigibles luego*

de transcurridos cinco años desde su transferencia y de acuerdo con la capacidad de pago del adjudicatario.”

Capítulo II - De la agricultura familiar campesina

Artículo 29.- Producción rural familiar campesina. *“La producción rural familiar campesina en general consiste en las diversas formas de actividad económica practicadas con predominio de la mano de obra familiar y cuyos ingresos provienen de la propiedad o posesión de una determinada unidad productiva bajo su gestión, que incluye la producción agropecuaria, acuícola, silvícola, recolección, artesanía y turismo.”*

Artículo 46.- Del ordenamiento de la producción agraria. *“El ordenamiento de la producción agraria se realizará a partir de la zonificación productiva establecida en el Plan Nacional Agropecuario en concordancia con la planificación nacional; la Estrategia Territorial Nacional; el Plan Nacional de Riego y Drenaje y la Planificación Hídrica Nacional; y en concordancia con los Planes de Uso y Gestión del Suelo de los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos; y, los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados provinciales. El ordenamiento garantizará la soberanía alimentaria, respetará la aptitud agraria de la tierra rural, la protección y uso sustentable de la capa fértil, el incremento de la productividad de las áreas dedicadas a actividades agropecuarias y regulará el crecimiento urbano sobre las tierras rurales. El reglamento a esta Ley definirá los criterios técnicos para el ordenamiento de la producción agraria, en concordancia con lo previsto en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización.”*

Capítulo IV - De la redistribución de tierras rurales

Artículo 75.- Constitución de la Unidad Productiva Familiar. *“Se constituye la Unidad Productiva Familiar, como una unidad básica de producción agraria, cuya extensión la definirá la Autoridad Agraria Nacional en cada zona agroecológica, conforme con las condiciones biofísicas, acceso a servicios e infraestructura*

productiva existente. La producción de esta Unidad deberá generar ingresos suficientes para la reproducción familiar, pago de la tierra y utilidad para mejorar su sistema de producción y la calidad de vida familiar. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados tomarán en cuenta la Unidad Productiva Familiar como unidad de medida para la gestión de la tierra rural de conformidad con esta Ley y su reglamento.”

Artículo 76.- Extensión. *“La extensión de la Unidad Productiva Familiar será fijada por la Autoridad Agraria Nacional, de acuerdo con información catastral, planes de ordenamiento territorial o mapas de zonificación biofísica, mapas de los sistemas productivos e información socio económica, de manera que asegure la obtención de los siguientes beneficios:*

a) Ingreso familiar. La Unidad Productiva Familiar debe suministrar a la familia ingresos mensuales no inferiores a la suma de dos salarios básicos unificados; y,

b) Excedente. Destinado al pago del valor de la tierra e inversiones dirigidas al mejoramiento de los sistemas de producción agraria. En el reglamento a esta Ley se establecerán los criterios metodológicos para determinar la extensión de la Unidad Productiva Familiar y los mecanismos de evaluación, revisión y ajuste de acuerdo con la variación de los sistemas de producción agraria, de conformidad con el anexo técnico número uno que forma parte de esta Ley”

2.10.4 LEY ORGÁNICA DEL RÉGIMEN DE LA SOBERANÍA ALIMENTARIA – Registro Oficial, 349, Suplemento del 27-12-2010

Para el estado Ecuatoriano, garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados, es un objetivo estratégico. Esta Ley plantea establecer mecanismos que permitan alcanzar este objetivo, bajo los principios de equidad, solidaridad, inclusión, sustentabilidad social y ambiental. Por medio de políticas públicas referentes al régimen de soberanía alimentaria, esta ley provee el marco legal para que tanto gobiernos locales como el estado central trabajen en este importante elemento de la planificación Nacional.

TÍTULO III - PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AGROALIMENTARIA

Capítulo I - Fomento a la producción

Artículo 17. Leyes de fomento a la producción.- *“Con la finalidad de fomentar la producción agroalimentaria, las leyes que regulen el desarrollo agropecuario, la agroindustria, el empleo agrícola, las formas asociativas de los microempresarios, microempresa o micro, pequeños y medianos productores, el régimen tributario interno y el sistema financiero destinado al fomento agroalimentario, establecerán los mecanismos institucionales, operativos y otros necesarios para alcanzar este fin. El Estado garantizará una planificación detallada y participativa de la política agraria y del ordenamiento territorial de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo, preservando las economías campesinas, estableciendo normas claras y justas respecto a la operación y del control de la agroindustria y de sus plantaciones para garantizar equilibrios frente a las economías campesinas, y respeto de los derechos laborales y la preservación de los ecosistemas.”*

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

A través del siguiente flujograma (figura 26), se presenta la metodología a usarse para llevar a cabo los objetivos de la investigación propuesta, esta metodología cuenta con 6 principales subprocesos.

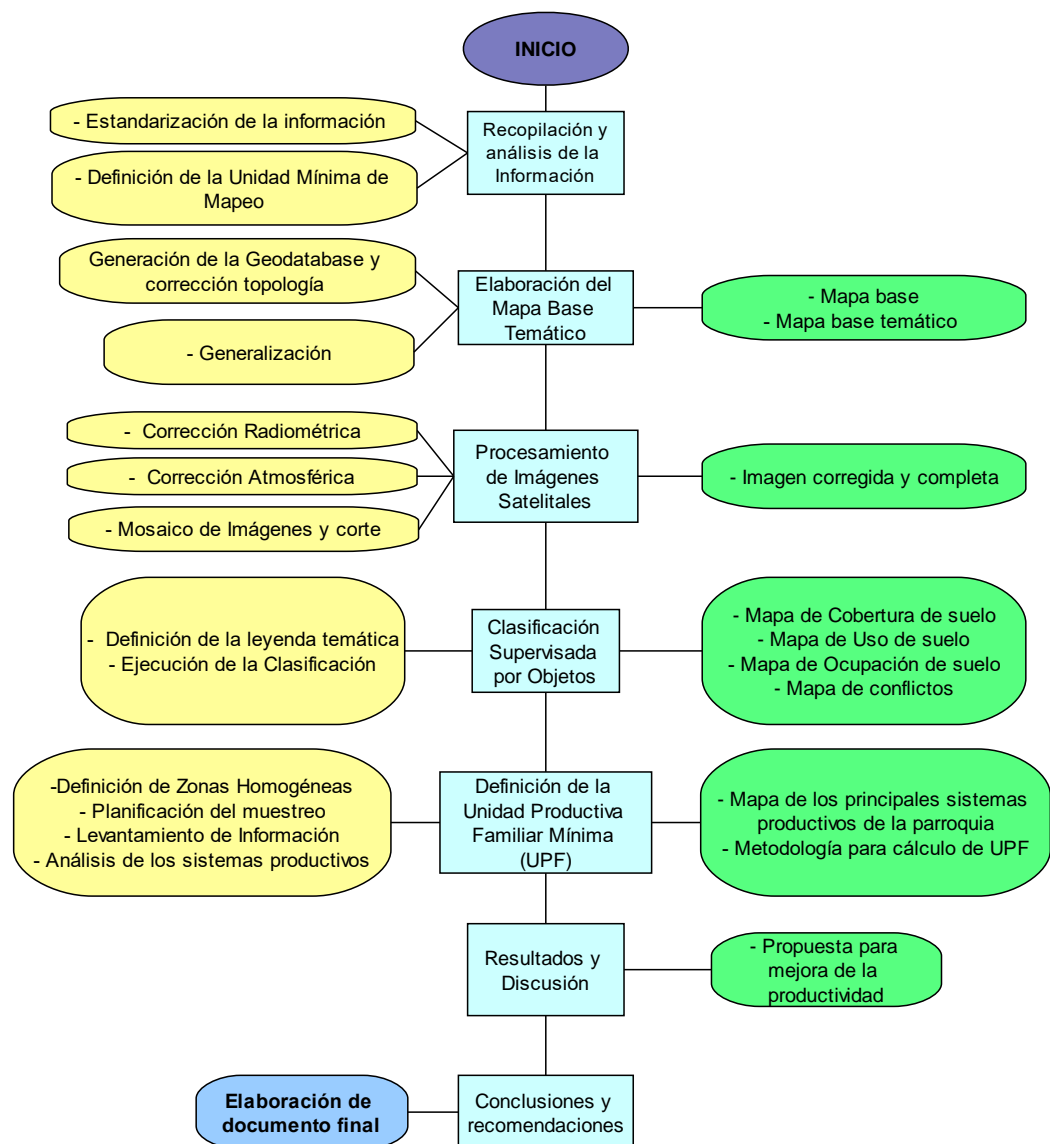


Figura 26 Flujograma de Trabajo

Elaboración: El autor

3.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La primera etapa del estudio se centró en realizar una búsqueda y posterior análisis de la información necesaria para llevar a cabo la investigación, para ello fue necesario consultar con las entidades competentes el tipo de información disponible.

Los principales insumos corresponden a las imágenes satelitales, que se obtuvieron a través de la Coordinación General del Sistema de Información Nacional del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP). Para la recepción de dichas imágenes se procedió a elaborar una carta de solicitud de información dirigida a la autoridad encargada de dicha institución, posteriormente se obtuvieron las siguientes imágenes tomadas por el sensor Rapid Eye en formato TIFF: 1738125_2013-04-25_RE5_3A_179685 de abril de 2013 y 1738124_2013-07-27_RE2_3A_179685 de julio del mismo año, además en la misma solicitud se incluyó el pedido de información de cartografía temática donde se destaca la cobertura de sistemas productivos en formato shape a escala 1:25.000 del cantón Guamote, dicha información fue elaborada en conjunto por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP) y el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE).

Se solicitó Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP), a su programa SIGTIERRAS, en donde se procedió a solicitar, la cartografía temática incluida la base de datos del catastro rural en formato shape y a escala 1:25.000 de la parroquia Palmira, además de la ortofotografía de la zona de estudio, de donde se recibió 74 imágenes en formato .ecw.

Finalmente, se descargó cartografía base en formato shape escala 1:50.000 proveniente del Instituto Geográfico Militar (IGM) dicha información incluye las coberturas correspondientes a centros poblados, curvas de nivel, ríos y vías.

3.2 ESTANDARIZACIÓN Y GENERACIÓN DEL MAPA BASE Y MAPA BASE TEMÁTICO

En esta etapa, primero se organizó la información cartográfica del IGM en una GDB, se procedió a incluir toda la información base recopilada de la parroquia dentro

de este directorio, se depuró la topología y posteriormente, se hizo la generalización para obtener el mapa base temático, todos estos procesos se realizaron dentro de la plataforma del software ArcGIS 9.3

3.2.1 ESTRUCTURACIÓN Y DEPURACIÓN TOPOLÓGICA DEL MAPA BASE

Los subprocesos de estandarización de la información se detallan a continuación en esta sección, la elaboración del mapa base de la parroquia, tuvo como primer paso la creación de una GDB en el software ArcGIS 9.3, aquí se incluyeron: la cobertura shape con la forma de la parroquia, la información cantonal de: vías, ríos, zonas amezanadas y centros poblados.

El mapa base de la parroquia Palmira, se elaboró luego de contar con información, depurada y verificada, como paso final, se aplicó una plantilla para su respectivo diseño (véase 4.1).

Con el fin de analizar la integridad de los datos ingresados, se realizó un proceso de revisión de la topología, en el que se incluyeron las reglas descritas en la sección 2.2.5.1.

La figura 27 ejemplifica los problemas de “dangles” explicado. Para mayor detalle de lo realizado, véase el Anexo 2A.

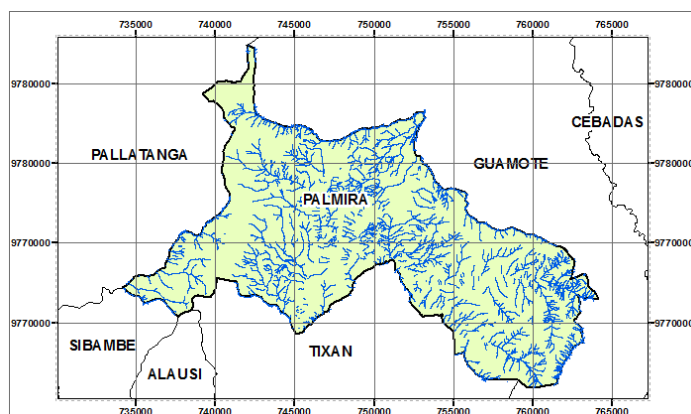


Figura 27 Conflictos encontrados en la revisión topológica

Por otro lado la figura 28, proporciona un acercamiento que muestra como existen a lo largo del borde de la parroquia, líneas correspondientes a ríos que no tienen conexión con otras

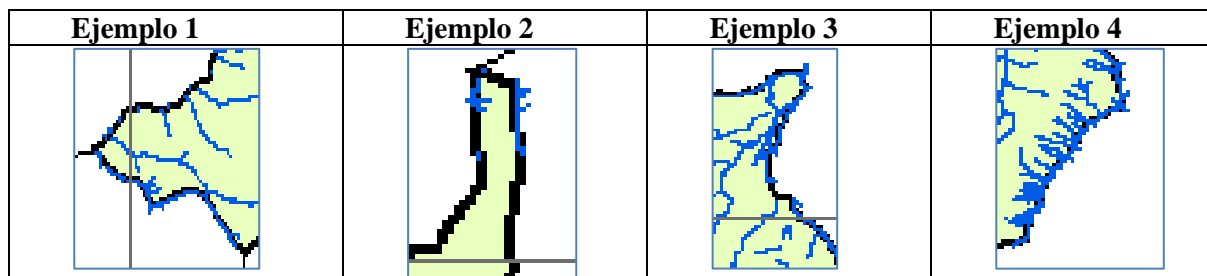


Figura 28 Acercamiento a zonas de conflictos




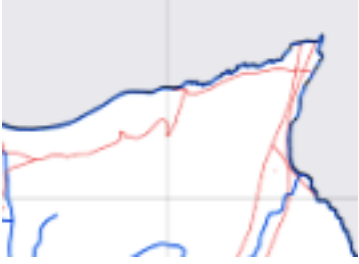


3.2.2 ELABORACIÓN DEL MAPA BASE TEMÁTICO

Un proceso aislado que tuvo que ser realizado en esta fase fue: la exclusión de las nubes encontradas en las imágenes satelitales: 1738125_2013-04-25_RE5_3A_179685 de abril de 2013 y 1738124_2013-07-27_RE2_3A_179685, esta cobertura se generó por medio de una digitalización de esta porción de la imagen satelital. El objetivo de realizar este mapa es el generar una capa de límites constantes para la parroquia, que servirá de insumo en el procedimiento de análisis de ocupación del suelo (ver 3.5.1). El mapa base temática se presenta en la sección 4.2

Todas las coberturas incluidas en el mapa base, tuvieron que pasar por un proceso de generalización (véase 2.2.6.1). En lo que respecta a vías, se seleccionaron solo las de primer y segundo orden, descartando las vías de tercer orden y los caminos de verano, sobre la cobertura de ríos, se escogieron los ríos simples y dobles, descartando acequias, la zona amanzanada; y las coberturas de centros poblados se conservaron.

Para entender de mejor manera las diferencias entre el mapa base y el mapa base temático se muestra la Tabla 9

Tabla 9
Zonas con información generalizada en el MBT con respecto al MB

DIFERENCIAS ENTRE EL MAPA BASE Y MAPA BASE TEMÁTICO	
MAPA BASE	MAPA BASE TEMÁTICO
	
	
	

3.3 ESTANDARIZACIÓN Y CORRECCIÓN

Una vez recibida la información, se revisó la calidad de las imágenes satelitales, a continuación se detallan algunos parámetros que fueron revisados en las imágenes.

- **Número de bandas y combinaciones de las imágenes satelitales**

Las imágenes Rapid Eye cuentan con 5 bandas espectrales acorde a lo expuesto en la sección 2.3.2, por lo tanto se verificaron las bandas y su resolución espacial de 5 metros en cada caso.

Por otro lado, se procedió a combinar las 5 bandas en el software ENVI 5.3 con la opción *CHANGE RGB BANDS*, la cual permite visualizar todas las posibles combinaciones de bandas, observando que las bandas están ordenadas

- **Revisión de la ortofoto de Palmira**

En este caso, lo único que se analizó es que las 74 ortofotos recibidas de la parroquia cubrían la totalidad del área de la misma, y que no existían zonas con huecos

3.3.1 EXACTITUD POSICIONAL DE LA IMAGEN

Tanto las imágenes satelitales como la ortofoto, fueron recibidas con la debida georreferenciación; sin embargo, era necesario comprobar que las imágenes estén correctamente referenciadas; para ello, se optó por utilizar información oficialmente referenciada, como es el caso de la ortofoto. El proceso consistió en dividir la zona de estudio en 12 secciones sobre las cuales, se procedió a evaluar la referenciación de las imágenes satelitales por medio de la comprobación de puntos conocidos coincidentes en ambas imágenes.

Límites constantes y texturas fácilmente identificables en ambas imágenes, se seleccionaron para realizar pruebas de exactitud posicional de las imágenes satelitales sobre la ortofoto. Por medio del dibujo de líneas en color amarillo tanto en la ortofoto como en las imágenes fue el segundo paso del método de comprobación geométrica usado, que permitió evidenciar que las imágenes satelitales están muy bien ajustadas a la geometría de la ortofoto a que posee un tamaño de pixel de 0.3 metros.

No fue necesario realizar la corrección geométrica descrita en la sección 2.3.3.1

La figura 29 permite visualizar la división de la zona de estudio para la comprobación de la exactitud posicional de la imagen.

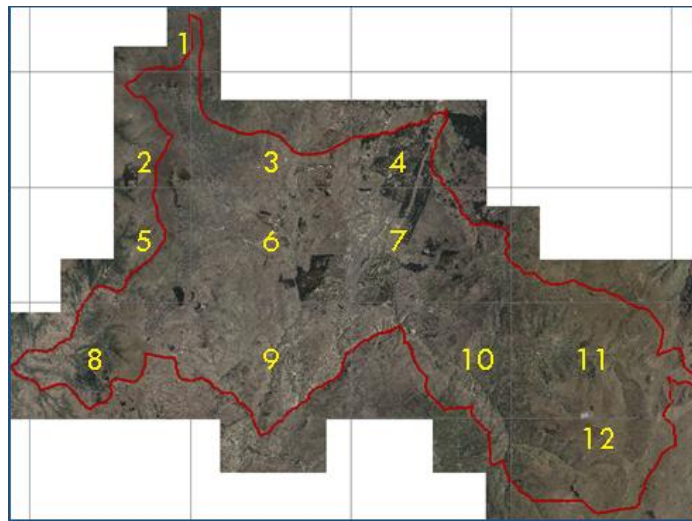


Figura 29 Imagen de la zona de estudio dividida en 12 secciones

La figura 30 contiene la distribución de las muestras seleccionadas a lo largo de la zona de estudio.

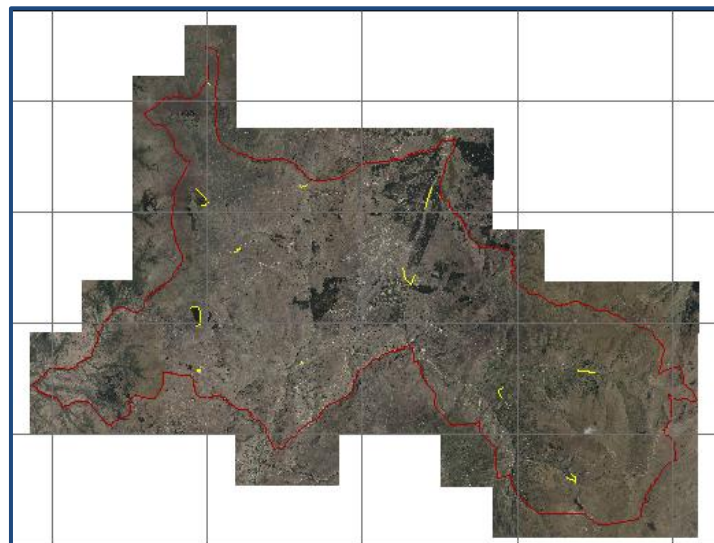


Figura 30 Muestras usadas para la revisión geométrica de las imágenes

Una vez realizada la distribución de las muestras, se procedió a colocar un segmento de cada una de las 12 secciones, en donde se permite visualizar la concordancia de la tanto de la imagen satelital como de la ortofoto. Ver Anexo 4.

3.3.2 CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA

Para realizar este proceso, dentro de la plataforma del software ENVI 5.3, se seleccionó el módulo *RADIOMETRIC CALIBRATION*, la figura 31 permite ver las ventanas que despliega el software para empezar este proceso.

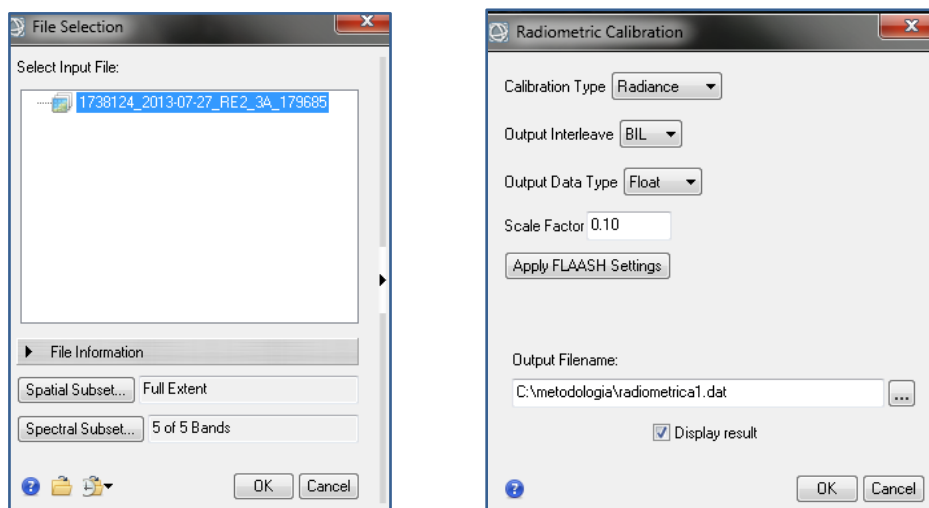


Figura 31 Interfaz del software ENVI 5.3 en el módulo Corrección Radiométrica

El proceso es rápido y al poco tiempo permite contar con imágenes corregidas radiométricamente, con valores de radiancia, la imagen resultante del proceso se puede ver en 4.3, y también es el insumo para trabajar la corrección atmosférica. El Anexo 4.A describe el proceso realizado a mayor detalle.

3.3.3 CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA

El software ENVI 5.3 ofrece 2 tipos de corrección atmosférica ambas se pueden realizar con imágenes que han pasado por un proceso de corrección radiométrica.

Para este proyecto se seleccionó el módulo FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes). Para trabajar en este módulo es necesario contar con imágenes en formato BIL o BIP, Al proveer una clasificación de calidad, FLAASH demanda la entrada de datos provenientes del sensor para empezar la corrección, el software reconoce por medio de los metadatos, algunos parámetros

necesarios. El Anexo 4.A contiene el completo desarrollo de la corrección atmosférica con este módulo.

3.3.4 MOSAICO Y CORTE DE IMÁGENES

Una de las complicaciones que se presentó en la fase de tratamiento de imágenes, fue la de encontrar un área de la parroquia que no estaba incluida en la imagen satelital principal; para solucionar este inconveniente, fue necesario realizar la unión de imágenes satelitales (mosaico) y así obtener una sola imagen que cubra toda la extensión de la parroquia. En la figura 32, se puede evidenciar en rojo el perímetro de parroquia, mientras que en el recuadro azul, se ve el área no cubierta por la imagen satelital.

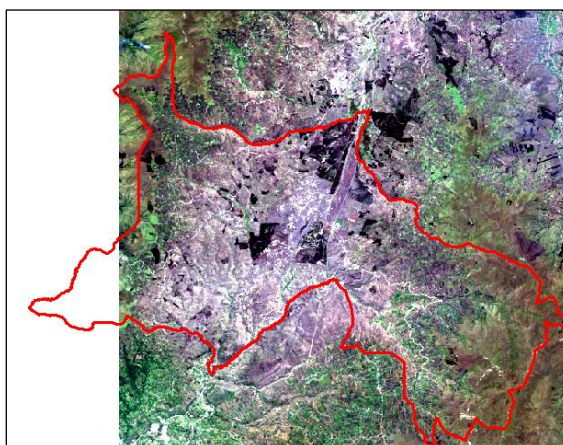


Figura 32 Imagen satelital principal y área faltante

En el software ENVI 5.3 se importaron las imágenes georreferenciadas que abarcan la totalidad del área de estudio y por medio de la opción *SEAMLESS MOSAICKING* se procedió a unir ambos archivos obteniendo como resultado una sola imagen en la que ya se comprende la totalidad de la parroquia Palmira.

El siguiente paso es cortar la imagen acorde al área de la parroquia, para ello es necesario incluir en el proceso el polígono de estudio en formato shape. Para continuar con este proceso, en el software se escoge la opción *VECTOR to ROI (Region of Interest)* en donde se crea la máscara de corte que en este caso está definida por la forma de la parroquia.

En la figura 33 se observa el polígono *ROI* en rojo, sobre las 2 imágenes satelitales seleccionadas.

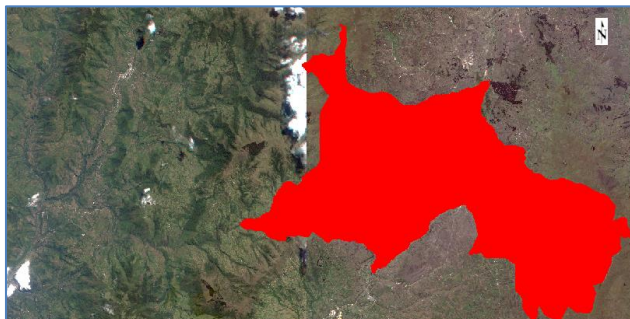


Figura 33 Imágenes y zona de estudio previo a la unión de imágenes

Una vez terminado este proceso se escogió la opción *SUBSET DATA FROM ROI* que corta la imagen acorde a la forma de la máscara; de esta manera y como se ilustra en la figura 34 se obtiene la imagen definitiva, con la que se trabajara posteriormente en la investigación



Figura 34 Imagen unida y con la forma de la zona de estudio

3.4 DEFINICIÓN DE LA LEYENDA TEMÁTICA COBERTURA DE SUELO

Como se describe en la sección 2.4 el primer paso para realizar una clasificación de imágenes, es seleccionar las clases con las que se clasificará la imagen, por esta razón, se elaboraron dos propuestas de leyenda de cobertura, para determinar cuál se ajustaría mejor a la zona de estudio. La figura 35 presenta el proceso de definición de leyenda.

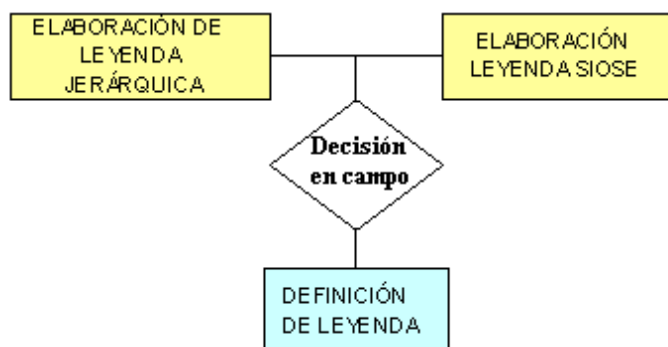






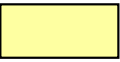



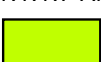
Figura 35 Selección de la leyenda temática para cobertura

3.4.1 LEYENDA TEMÁTICA JERÁRQUICA COBERTURA DEL SUELO











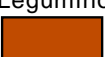



La leyenda Corine Land Cover (CLC) (ver 2.6.1), constituyó la base del planteamiento de una leyenda de carácter tradicional, es decir más orientada a una clasificación estática por clases previamente definidas y establecidas en orden jerárquico, dejando de lado por momentos, los criterios de fotointerpretación que describen a la cobertura del suelo. Se realizó una leyenda de este tipo, ajustada a la zona de estudio, donde se incluyeron 3 niveles de información CLC, pero dado que se trata de una clasificación a escala 1:25.000, se plantean dos niveles más de información dichos niveles permiten alcanzar el máximo nivel de detalle de las coberturas encontradas en la imagen, por ejemplo: en el caso de áreas para la agricultura, esta designación tiene el nivel 1 y un cultivo de cebada se catalogará con un nivel 5. Sin embargo, alcanzar ese nivel de detalle visualmente es poco factible, pero en el caso de no poder clasificar en el nivel 5, se puede determinar con el nivel 3 que se refiere a cultivos o con el nivel 4 correspondiente a leguminosas.

Un importante detalle a considerar es la aplicabilidad de la leyenda a la realidad del terreno; en este caso la leyenda se planteó con un total de 36 clases, donde se pudo evidenciar en campo, que era poco aplicable sobre todo en las clases de cultivos (la más extensa). Esta leyenda sirvió de base, pero se optó por usar la leyenda que se describirá en la sección 3.4.2, a continuación, se presenta en la Tabla 10











Tabla 10
Leyenda Temática basada en Corine Land Cover

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
1. Superficie artificial	1.1 Zonas urbanizadas	1.1.1. Zonas Urbanas discontinuas  1.1.2. Suelo desnudo 		
2. Áreas para agricultura	Tierra arable	2.1.1. Cultivos Ciclo corto	2.1.1.1 Leguminosas	2.1.1.1.1 Arveja  2.1.1.1.2 Chocho  2.1.1.1.3 Haba  2.1.1.1.4 Lenteja  2.1.1.1.5 Cebolla  2.1.1.1.6 Nabo  2.1.1.1.7 Alfalfa 



		2.1.2 Cultivos semipermanentes	2.1.2.1 Cereales	2.1.1.2.1 Arena  2.1.1.2.2 Maíz duro  2.1.1.2.3 Maíz suave  2.1.1.2.4 Quinoa  2.1.1.2.5 Cebada  2.1.1.2.6 Trigo  2.1.1.2.7 Centeno 
			2.1.1.3 Tubérculos	2.1.1.3.1 Papa 
	2.2 Pastizales	2.2.1 Gramíneas	2.2.1 Pasto Cultivado 	
	2.3 Zonas agrícolas heterogéneas	2.3.1 Mosaico de cultivos	2.3.1 Misceláneo de Cereales  2.3.1 Misceláneo de Leguminosas  2.3.3 Huerto 	
3. Bosques y áreas naturales	3.1 Bosques	3.1.1 Bosques de Coníferas	3.1.1.1 Pino  3.1.1.2 Eucalipto 	



3.2 Espacios de vegetación arbustiva o herbácea	3.2.1 Pastizal Natural 		
	3.2.2 Matorrales	3.2.2.1 Malez 	3.2.2.2 Matorral seco 
	3.2.3 Vegetación arbustiva 		
3.3 Espacios con poca o sin cobertura natural	3.3.1 Espacios con vegetación escasa 		
	3.3.2 Erial 		
	3.3.3 Roquedo	3.3.3.1 Afloramiento rocoso 	3.3.3.2 Barranco 
	3.3.4 Arenales 		
	3.3.5 Barbecho 		

Fuente: SIOSE, 2012; CLC, 2002, modificado por el autor.

3.4.2 LEYENDA TEMÁTICA PARA COBERTURA DEL SUELO SIOSE

Al momento de proponer la leyenda presentada, se notaron importantes diferencias entre la realidad del territorio a clasificarse y lo que establecen la leyenda, por lo que fue necesario recurrir a información adicional como ortofotos y registros del catastro rural con el fin de diseñar una leyenda que no solo este basada en criterios

de clasificación internacionales sino que también este acorde a la realidad de la zona de estudio, por esa razón se han excluido grupos que se encuentran en CLC y SIOSE ejemplo de ello son: *Zonas Húmedas y Cuerpos de Agua*, ya que no se encontraron en la parroquia de estudio, el resultado se presenta en la sección 4.3

3.4.3 LEYENDA TEMÁTICA USO DE SUELO

La fuente para la realización de esta leyenda fue la establecida por el programa SIGTIERRAS, del Ministerio de Agricultura, Acuacultura, Ganadería y Pesca (MAGAP), en este leyenda se presentan 7 principales clases ver Tabla 11

Tabla 11
Leyenda temática para clasificación de uso de suelo

CÓDIGO	CLASE	SÍMBOLO
001	1. HABITACIONAL	
002	2. AGRÍCOLA	
003	3. PECUARIO	
004	4. FORESTAL	
005	5. CONSERVACIÓN	
006	6. MIXTO (PECUARIO – CONSERVACIÓN)	
007	7. SIN USO	

Fuente: SIGTIERRAS, 2016

3.5 CLASIFICACIÓN DE LA IMAGEN RAPID EYE POR EL MÉTODO ORIENTADO A OBJETOS

Continuando con el proceso metodológico, es indispensable el criterio de selección del método a usarse, para el caso de esta investigación, la metodología de

clasificación por objetos (ver 2.4.1.1.2) presenta una serie de potencialidades versus otras metodologías (ver 2.4.1) para la clasificación de imágenes, siendo la capacidad para reducir la pérdida de información, la principal razón para escoger este método.

Para realizar este proceso se seleccionó, el software ENVI 5.3 por la gran diversidad de criterios con los que cuenta al momento de formar objetos en una imagen. La figura 36 permite ver los pasos principales que se ejecutarán en esta sección.

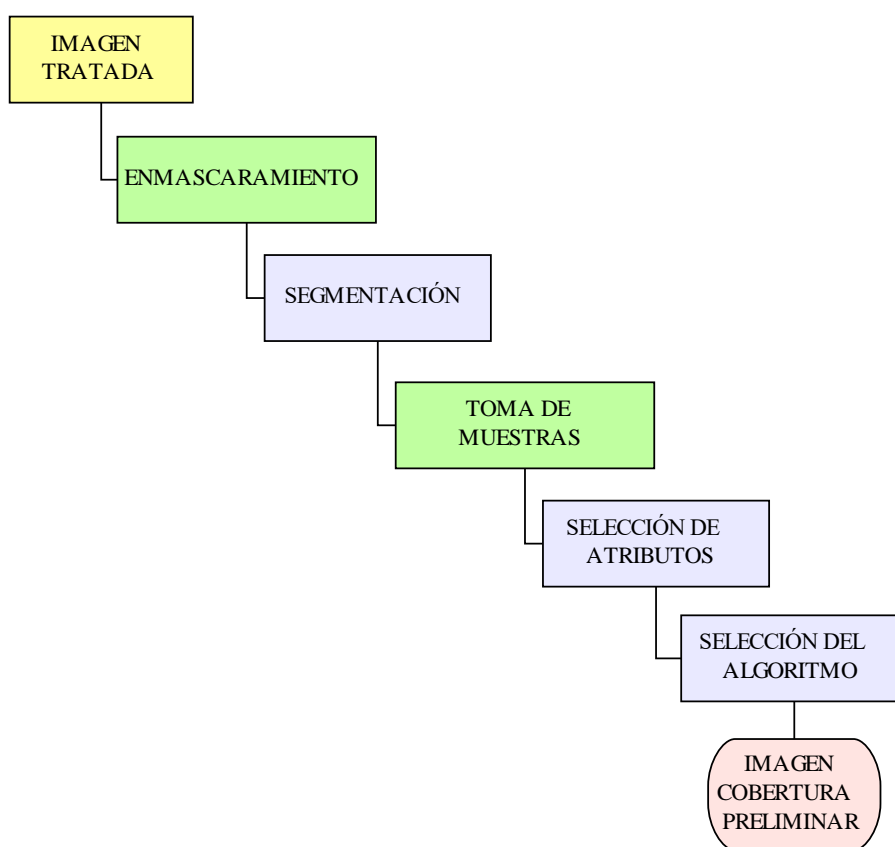


Figura 36 Proceso para clasificación de imágenes por objetos preliminar

3.5.1 ENMASCARAMIENTO DE LA IMAGEN

El proceso de generación de la máscara, se realizó previamente (ver 3.2.2), dentro de una misma cobertura, se incluyeron todos los límites constantes: centros poblados, ríos (simples y dobles), vías (primer y segundo orden), zonas amanzanadas y nubes.

En el software ArcGIS 9.3, por medio de la herramienta *UNION*, se obtuvo esta cobertura.

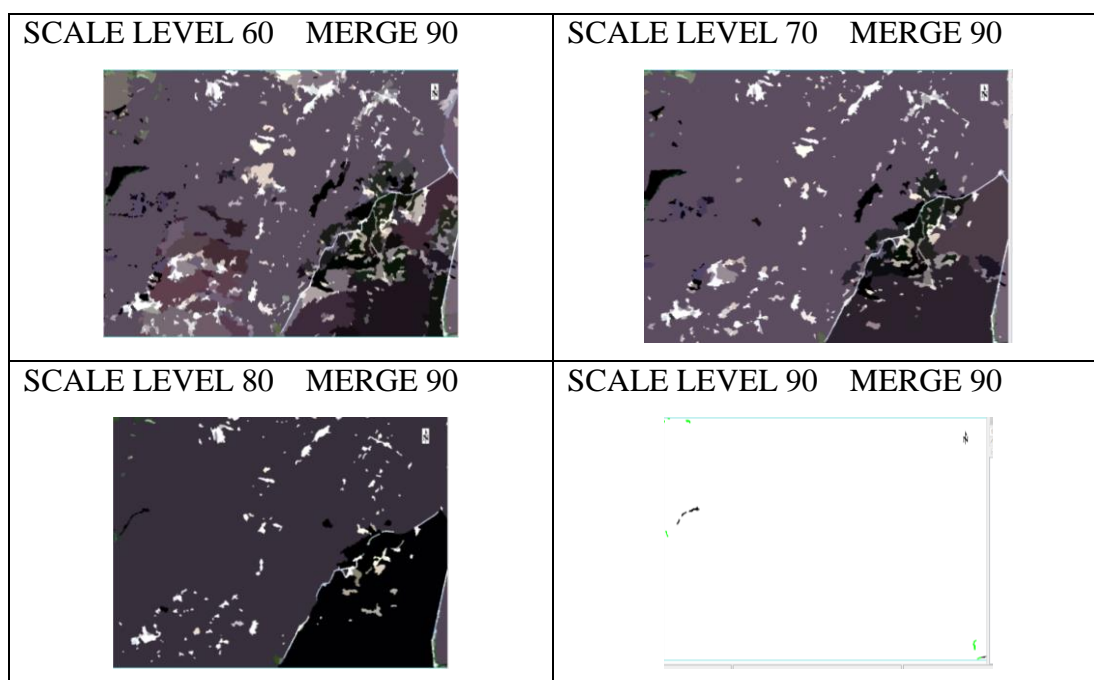
3.5.2 SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES

Sin olvidar que la segmentación de imágenes es un paso del macro proceso: clasificación orientada a objetos (ver 2.4.1), el software ENVI 5.3 trabaja íntegramente la clasificación por objetos por medio del módulo: Example Based Feature Extraction Workflow, el primer paso consiste en ingresar la imagen (previamente tratada) y la máscara, inmediatamente se escoge el grado de segmentación que debe tener la imagen que va a ser clasificada, los parámetros clave en esta fase son: *SCALE LEVEL* y *MERGE*; la combinación de ambos, crean objetos de la imagen, para identificar la combinación que presente mejor ajuste al objetivo del mapa, se realizaron una serie de pruebas. Para profundizar el método usado en esta clasificación, véase el ANEXO 4, adicionalmente, la tabla 12 (siguiente página) muestra algunas de las pruebas realizadas para la definición de *SCALE*

Tabla 12
Ejemplos para determinar el valor SCALE

SCALE LEVEL 10	MERGE 90	SCALE LEVEL 25	MERGE 90
SCALE LEVEL 35	MERGE 90	SCALE LEVEL 50	MERGE 90





En los ejemplos se presentan imágenes con un porcentaje de *MERGE* o compactación de 90, mientras que el porcentaje de *SCALE* se va modificando, ya que solo se busca definir el porcentaje de *SCALE*.

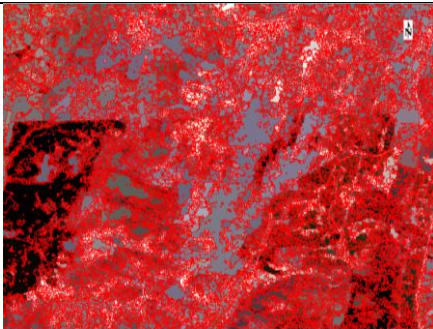
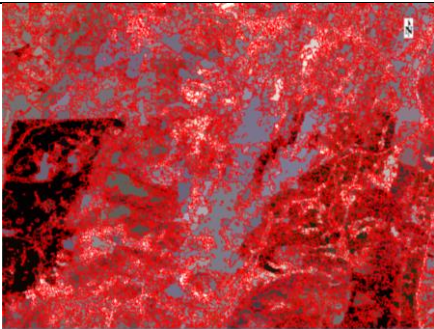
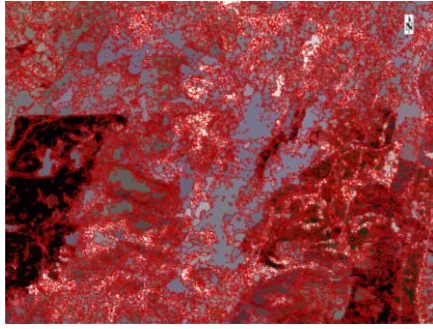
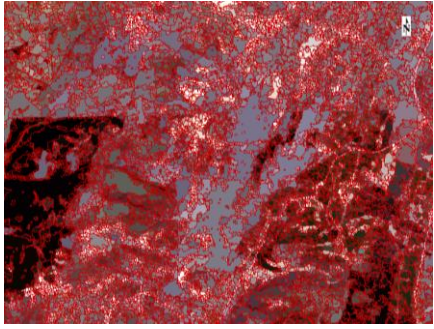
Algo que se puede observar, es la pérdida de detalle en la información, a medida que el porcentaje de *SCALE LEVEL* continua ascendiendo, las formas definidas del terreno se vuelven difusas y homogéneas, por lo que se entiende que *SCALE LEVEL* corresponde a escala, más esto no necesariamente significa que al colocar el número 25 automáticamente se está trabajando a la escala 1: 25.000 y con las particularidades cartográficas que eso implica. De la misma manera definir una escala de 25 no garantiza buenos resultados a la hora de caracterizar los objetos, si este valor no está acompañado de un correcto valor de merge.

Para definir el valor de *SCALE*, el criterio principal está fundamentado en el objetivo del mapa a realizarse, por lo que las combinaciones de escala y merge deberán proveer los mejores resultados, habiendo dicho esto, no existe una combinación de parámetros definida, la definición proviene del autor del mapa.

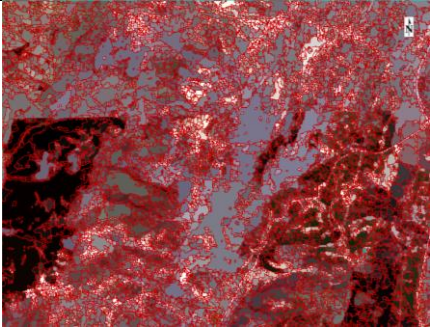
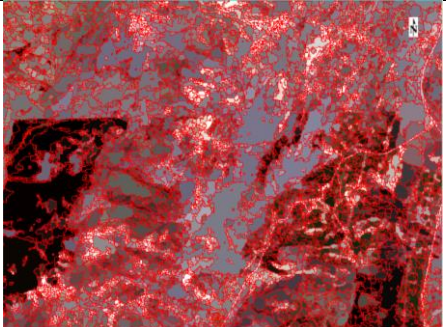
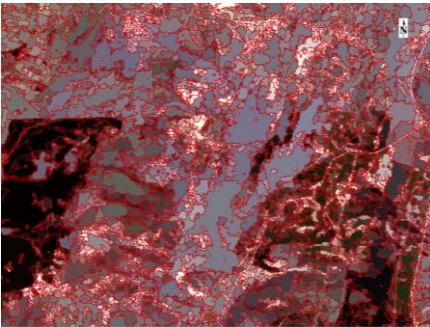
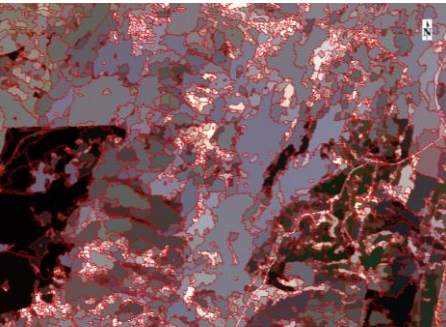
MERGE, corresponde a la unión de objetos homogéneos en sus características espectrales, textura y forma acorde a la definición de la escala, es decir si la escala provee un tamaño referencial del objeto, *MERGE* constituye la compactación o difusión del mismo, este número se encuentra en el rango de 0 a 100, siendo 1 un valor muy difuso para los objetos, es decir, prácticamente no se generaran objetos compactos, se definirán muchos pequeños objetos que no lograrán constituir un cuerpo homogéneo que existe en la realidad, por otro lado un valor de 99 formará muy pocos objetos y muy grandes que incluirán otros objetos ajenos a la realidad de un determinado objeto en el terreno. Cabe destacar que al hablar de objetos, son referencia de los mismos, cuerpos de agua, bosques, cultivos, edificaciones etc.

A continuación la Tabla 13 presenta combinaciones de segmentación con un valor de *MERGE* (0 – 100) variando, y con *SCALE* (25) fijo.

Tabla 13
Determinación de merge

SCALE LEVEL 25 MERGE 10	SCALE LEVEL 25 MERGE 25
	
	



SCALE LEVEL 25 MERGE 60	SCALE LEVEL 25 MERGE 70
	
SCALE LEVEL 25 MERGE 80	SCALE LEVEL 25 MERGE 90
	

A manera de resultados preliminares, se puede observar que escalas de 20, 25, 30 y 35 proveen tamaños de objetos bastante cercanos a la geometría de la imagen y a la escala de trabajo, valores de merge de 80, 85 y 90 generan una cantidad de objetos adecuada y que se ajustan a las formas que se ven en la imagen. En la tabla 14 se muestran las combinaciones que presentaron mejores resultados, ya que al final de dicho análisis, solo se escogió una combinación.

Tabla 14
Combinaciones que presentaron mejor ajuste a la imagen

Combinaciones con mejor ajuste	
Escala 20 Compactación 80	Escala 20 Compactación 85
Escala 20 Compactación 90	Escala 25 Compactación 80
Escala 25 compactación 85	Escala 25 compactación 90



Escala 30 compactación 80	Escala 30 compactación 85
Escala 30 compactación 90	Escala 35 compactación 80
Escala 35 compactación 85	Escala 35 compactación 90

Analizando los resultados, se procedió a seleccionar la combinación 30 – 85, (ver figura 37. Esta combinación, generó objetos de tamaño y compactación ajustados a la geometría de la imagen.

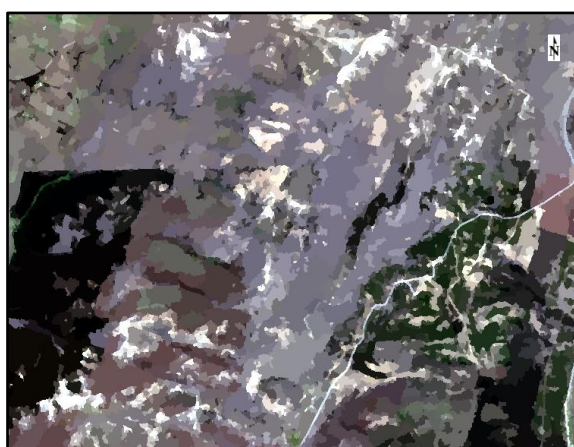


Figura 37 Segmentación con la combinación escala 30 – compactación 85

3.5.3 TOMA DE MUESTRAS

Para empezar, se incluye la leyenda temática seleccionada (ver 4.3), este proceso permite empezar a clasificar la imagen segmentada con las clases definidas en la leyenda temática. La figura 38, muestra el cuadro de dialogo donde se insertan las clases de la leyenda temática

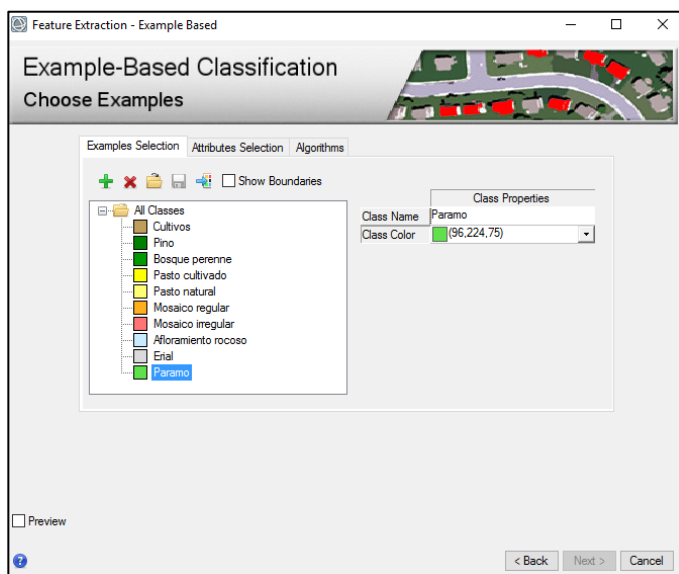


Figura 38 Inicio de la toma de muestras por clase

A continuación, se seleccionan los objetos creados en la imagen, asignándolos dentro de cada una de las clases determinadas; para obtener mejores resultados, es necesario seleccionar una amplia cantidad de muestras por cada clase de la leyenda. La figura 39 ejemplifica la fase de toma de muestras, se recogieron alrededor 7336 muestras correspondientes a 12 clases de la leyenda temática. De las cuales se destacan: 1238 muestras de pastizal y 2102 muestras de cultivo

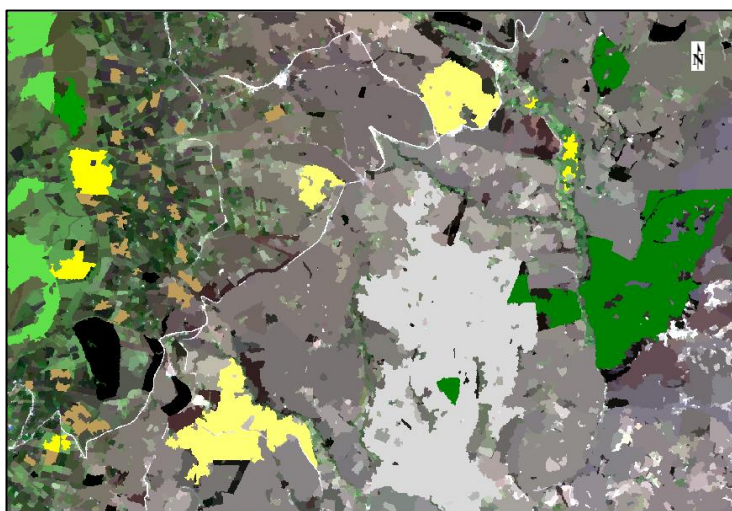


Figura 39 Toma de muestras de una zona con varios tipos de cobertura

En el ejemplo mostrado, se presentan muestras de: boques, cultivos, eriales, pastos cultivados, pastizales y pino. Durante este proceso, distinguir sobre una cobertura u otra, depende de factores como: habilidades para foto interpretar imágenes, conocimiento de la zona de estudio, análisis de las texturas de cada objeto y el tamaño del objeto como tal. A lo largo de la parroquia, existen zonas con coberturas predominantes y que son muy marcadas, como por ejemplo: las zonas de bosque y las zonas de cultivos.

Es importante señalar que, sobre estas zonas lo más importante durante la clasificación, es definir las fronteras que existen entre coberturas, ya que por momentos resulta fácil de identificar, donde termina una cobertura y donde empieza otra.

Por esa razón se presenta la figura 40 donde se analiza una zona predominante en cultivos, cercana a la zona de páramo, mientras que la figura y 41, presenta cobertura de bosque cercano a matorrales y pastizales. Al tener bien definida una zona, se pueden abarcar mayor cantidad de objetos con una sola selección, ya que se interpreta que la cobertura de esta área corresponde a una sola clase de la leyenda temática.

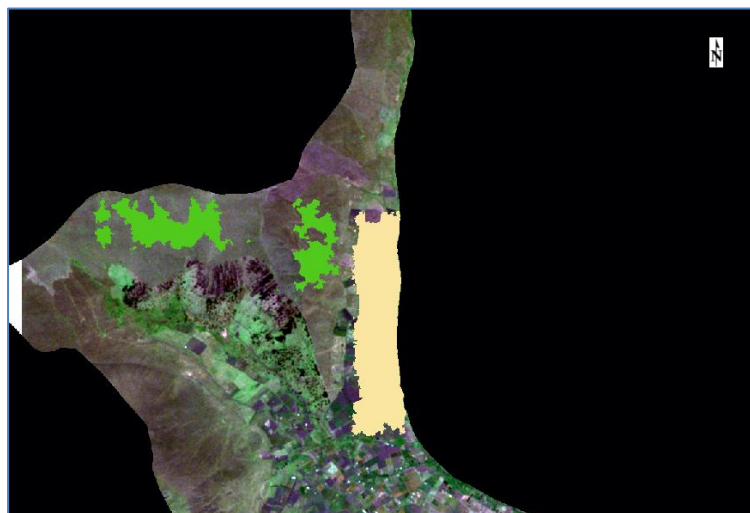


Figura 40 Toma de muestras de una zona de cultivos cercanas al páramo



Figura 41 Toma de muestras de una de bosque

3.5.4 SELECCIÓN DE ATRIBUTOS

Una vez adquiridas muestras correspondientes a todas las clases de la leyenda temática, se continúa con el proceso de clasificación, seleccionando los “*atributos de selección*”. En este caso, seleccionando la opción, “*auto select attributes*” el software reconoce, las características de la imagen y despliega los atributos “recomendados” según: el tamaño de la imagen, clases de la leyenda temática, número de muestras seleccionadas por clase, y la distribución de las muestras tomadas a lo largo de la imagen (véase figura 42), además de atributos espaciales, espectrales y de textura de los objetos seleccionados.

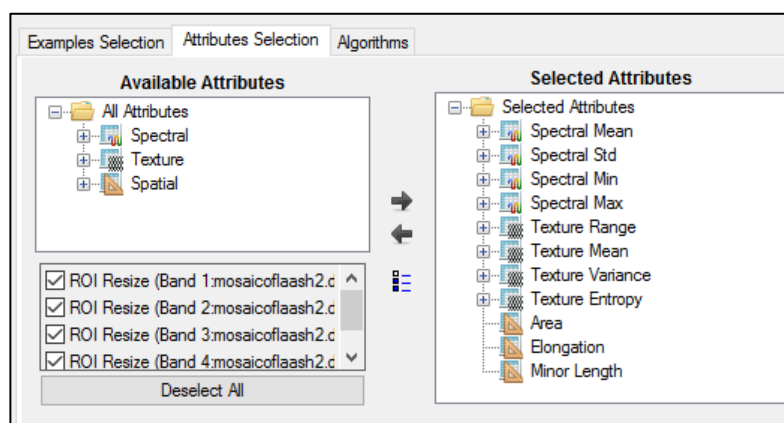


Figura 42 Cuadro selección de atributos

Opción para la selección automática de atributos

Según el proveedor del software, es recomendable usar una selección de parámetros automática, de otro modo una selección manual, representa una amplia serie de pruebas con cada uno de los 22 atributos dispuestos en los 3 grupos donde se aglomeran los atributos (espacial, espectral y textura); hablando de combinar 4 atributos espectrales: 4 atributos de textura y 14 espaciales, por esa razón se procedió a escoger una selección automática.

Para realizar la clasificación, la selección automática, dispuso los siguientes atributos: Spectral Mean, Spectral Std, Spectral Min, Spectral Max, Texture range, Texture range, Texture variance, Texture entropy, Area, Elongation, Minor Length.

3.5.5 SELECCIÓN DEL ALGORITMO DE CLASIFICACIÓN

El módulo usado, ofrece tres métodos para clasificación supervisada por objetos, “Máquinas de vectores de soporte” o “Support vector machine” (SVM), “Análisis de componentes principales” o “Principal Components Analysis” (PCA) y “Vecino más cercano” o Nearest Neighbor (KNN) (figura 42). Para esta investigación se procedió a clasificar la imagen por medio del método “*Vecino más cercano*” o KNN, (ver 2.4.3.1)

De la misma manera, que en la selección de atributos, se puede realizar una prueba con el cambio de algoritmo de clasificación y con todas las opciones que se pueden despliegan dentro de cada algoritmo de clasificación, ya que se han visto buenos resultados usando el algoritmo SVM, en otras investigaciones, donde se ha realizado clasificaciones supervisadas.

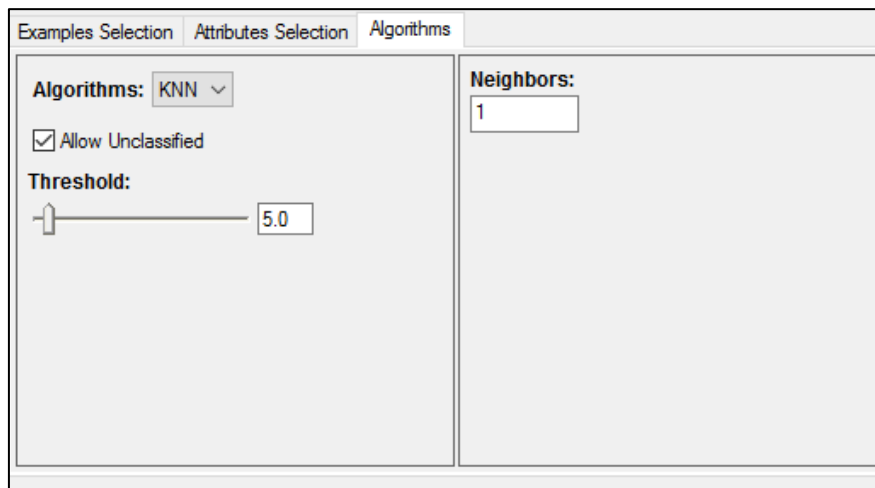


Figura 43 Cuadro de diálogo para la selección del algoritmo

Seleccionado el algoritmo KNN, existen tres parámetros a definirse previo a la clasificación, el primero corresponde a la pestaña “*Allow Unclassified*” o “permitir áreas sin clasificar”. La selección o no de esta opción generará polígonos que no cuenten con una clase de la leyenda temática, por lo que es recomendable y para esta investigación, se optó por NO permitir áreas sin clasificar, otro parámetro a analizar es: “*Threshold*” o Umbral, poniendo como ejemplo un umbral de 3 en una clasificación, automáticamente el software reconocerá a todos los segmentos que estén por debajo del 3% del grado de confiabilidad en la clasificación, para luego catalogarlos como “no clasificados”; esto quiere decir, que el valor de umbral generará todos los segmentos que no se pudieron clasificar en las clases de la leyenda temática, un valor más alto de umbral, incrementará esta cantidad de polígonos, mientras que al reducirlo, se disminuye la cantidad de polígonos no clasificados, sin embargo esta reducción puede forzar al programa a incluir polígonos en clases a las que no pertenecen, elevando el porcentaje de obtener zonas mal clasificadas. Para esta investigación, se procedió a seleccionar un valor de umbral de 5, que adicionalmente significa que al menos el 95% de los polígonos contarán con el grado de confianza suficiente para ser catalogados dentro de sus respectivas clases. Finalmente existe el valor de “*Neighbors*” o “Vecinos”, mismo que se relaciona con la cantidad de entidades que se asociarán a otras en el proceso de clasificación, en este caso el valor inicial que presenta el software es 1, más algunas investigaciones recomiendan elevar

el número a 3, haciendo que, la cantidad de polígonos que no estén bien definidos dentro de una clase, se reduzca y permitiendo que sobre todo los polígonos de menor área, generen “ruido” o sean intrascendentes para la clasificación.

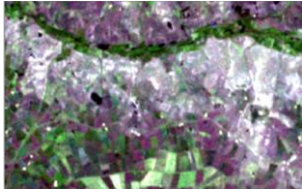
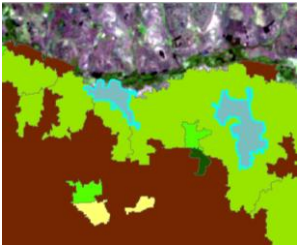
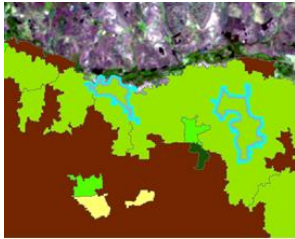

3.5.6 GENERACIÓN DE LA IMAGEN DE COBERTURA PRELIMINAR

Una vez clasificada, la imagen, se procede a exportar el resultado, ENVI 5.3 permite la exportación tanto en formato raster como vector, la exportación en formato vector permite trabajar los resultados de la clasificación en formato shape, la depuración de esta cobertura shape, permite elaborar posteriormente el mapa de cobertura.

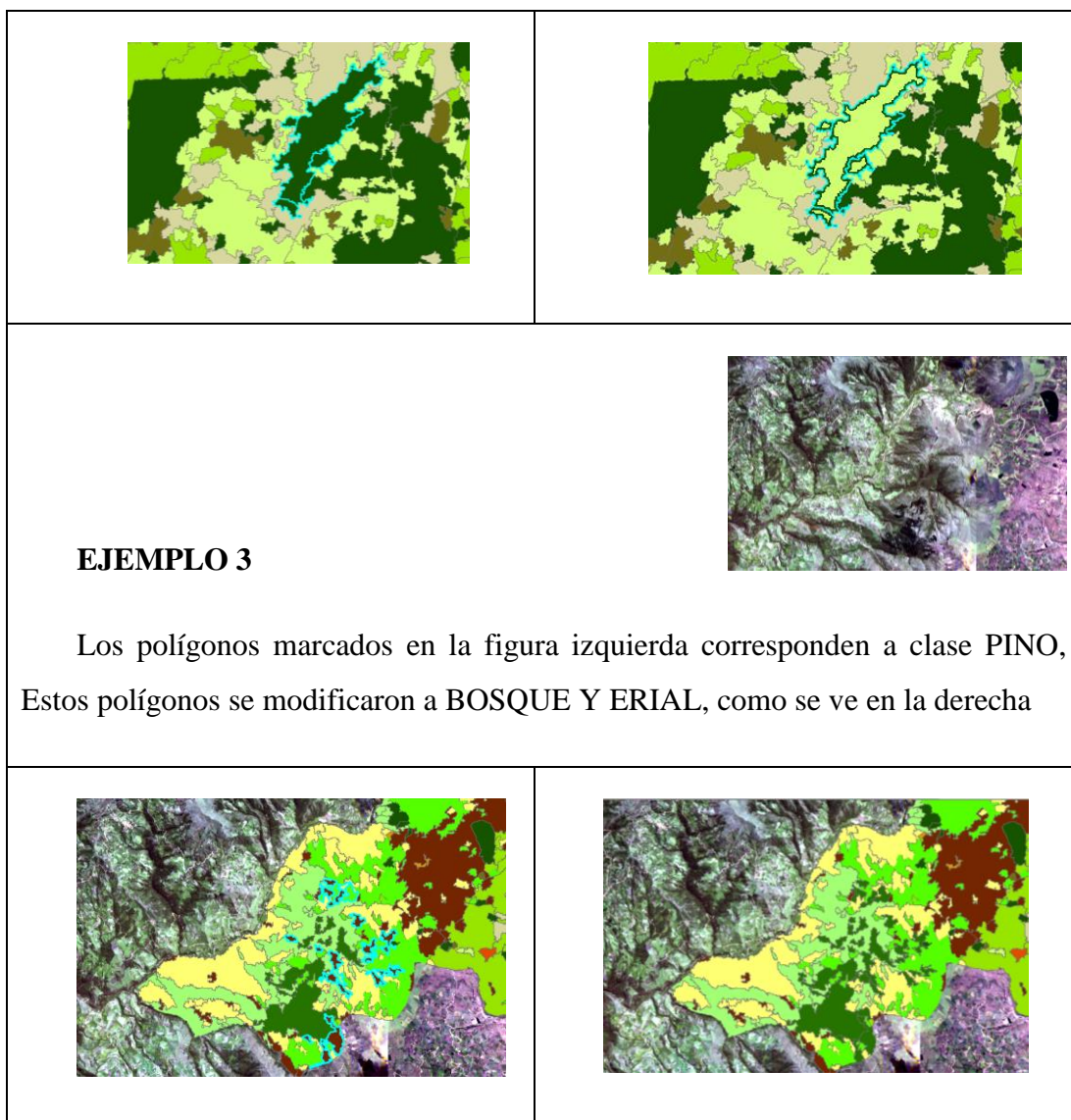
En el software ArcGIS 9.3, se procede a abrir el shape de cobertura, con la finalidad de realizar este proceso es analizar si la clasificación realizada se ajusta a la realidad de la imagen satelital, en este proceso, se analiza la totalidad de la imagen, buscando zonas en la que la clasificación presente errores, que puedan ser detectados sin tener la necesidad de ir al campo, estos errores se pueden modificar mediante la manipulación de la GEODATABASE, cambiando el nombre de la clasificación. Otro importante proceso a realizarse, es el de adherir hacia polígonos adyacentes, todos los polígonos que tengan un área menor al de la Unidad Mínima de Mapeo (UMM).

La Tabla 15 presenta algunos ejemplos de los cambios en las clases de la leyenda temática que fue necesario hacer, se debe destacar que siempre van a existir errores en una clasificación ya que todos los métodos no logran realizar una representación 100% ajustada a la realidad de la cobertura del territorio.

Tabla 15
Ejemplos de depuración en la cobertura de la clasificación

<p>EJEMPLO 1</p> <p>Los polígonos de color azul de la figura de la columna izquierda, corresponden a la clase a AFLORAMIENTO ROCOSO, los mismos se encuentran en una zona de PASTIZAL. Por medio de una corrección en la tabla de atributos de la cobertura, se procedió a cambiar la clase a PASTIZAL, el resultado se observa en la columna derecha</p>	
	
<p>EJEMPLO 2</p> <p>Los polígonos marcados en la figura izquierda corresponden a clase PINO, Estos polígonos se modificaron a BOSQUE Y ERIAL, como se ve en la derecha</p>	





Sobre este tipo de conflictos, vale la pena destacar que estos se presentaron en casi todo el shape de cobertura, sin embargo los mismos no presentaron ser una tendencia, más bien, particularidades de la clasificación que se analizarán en la sección 4.5.

3.5.6.1 UNIDAD MÍNIMA DE MAPEO

Para este cálculo se usaron las ecuación 2 (véase 2.4.3.2), en la escala de trabajo 1:25.000, 1 mm en el mapa corresponde a 25 m en la realidad, de manera lineal, al hablar de polígonos el cálculo se realiza por áreas es decir 1mm x 1mm corresponde a

25m x 25m; además, para trabajar en la ecuación planteada es necesario transformar las unidades de la escala a m^2/mm^2 .

$$E = \frac{25m \times 25m}{1mm \times 1mm} E = \frac{625m^2}{1mm^2}$$

Luego de obtener el dato correspondiente a la escala y reemplazándolo en la Ecuación 1 se obtiene la unidad mínima a mapearse para la presente investigación

$$UMM = (4mm \times 4mm) \times 625m^2/mm^2$$

$$UMM = 10000m^2; 1ha$$

Con la UMM fijada en 10.000 m² o 1 ha, el software al momento de clasificar la imagen, generó la cantidad de 60859 polígonos, de los cuales, 58445 presentan un área inferior a la de la UMM, el área mínima detectada en estos polígonos fue de 25 m², lo que quiere decir que el software generó polígonos incluso de 1 pixel, para incluir todos estos polígonos a polígonos adyacentes que si cumplen con la UMM, se procedió a usar el comando *ELIMINATE*.

Esta herramienta se encuentra siguiendo la siguiente ruta: *DATA MANAGMENT TOOLS – GENERALIZATION – ELIMINATE*. Básicamente, la acción de este comando es incluir a todos los polígonos menores a 1 ha dentro de los polígonos que si cumplen con esta condición.

La figura 44 presenta el cuadro de diálogo de la herramienta, donde simplemente hay que ingresar el archivo shape de entrada, seleccionando en la tabla de atributos todos los polígonos inferiores a 1ha, no es necesario calcular las áreas porque está ya viene calculada en el shape original.

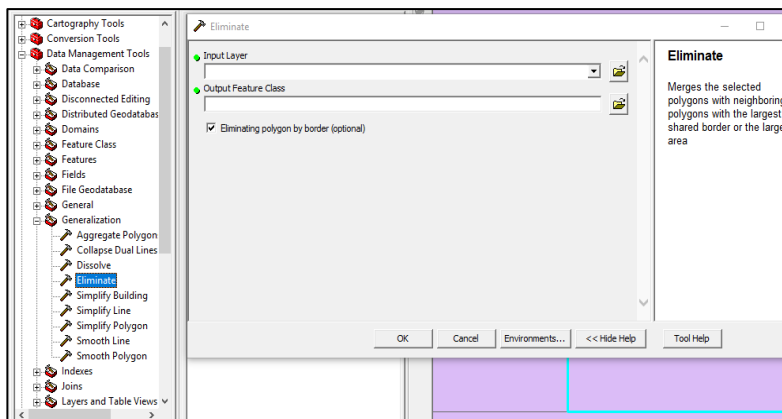


Figura 44 Cuadro de diálogo del comando ELIMINATE

A continuación, se representa en la figura 45 el modelo cartográfico correspondiente a este proceso.

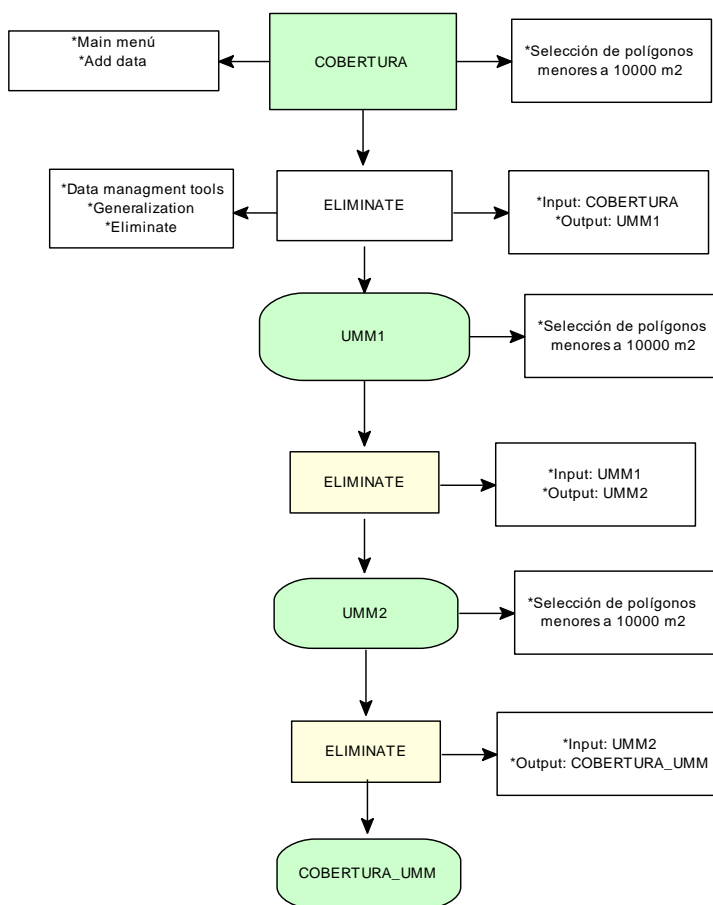


Figura 45 Modelo cartográfico para eliminar polígonos inferiores a la UMM

3.6 VALIDACIÓN DE CAMPO

En esta etapa del proyecto, el objetivo se centra en comprobar si la información clasificada en el mapa corresponde a la realidad del terreno, para ello, es necesario generar una matriz de confusión, misma que generará estadísticas sobre la clasificación que determinarán si esta alcanza un resultado fiable.

A través del flujograma (figura 46), se puede entender de mejor manera el proceso

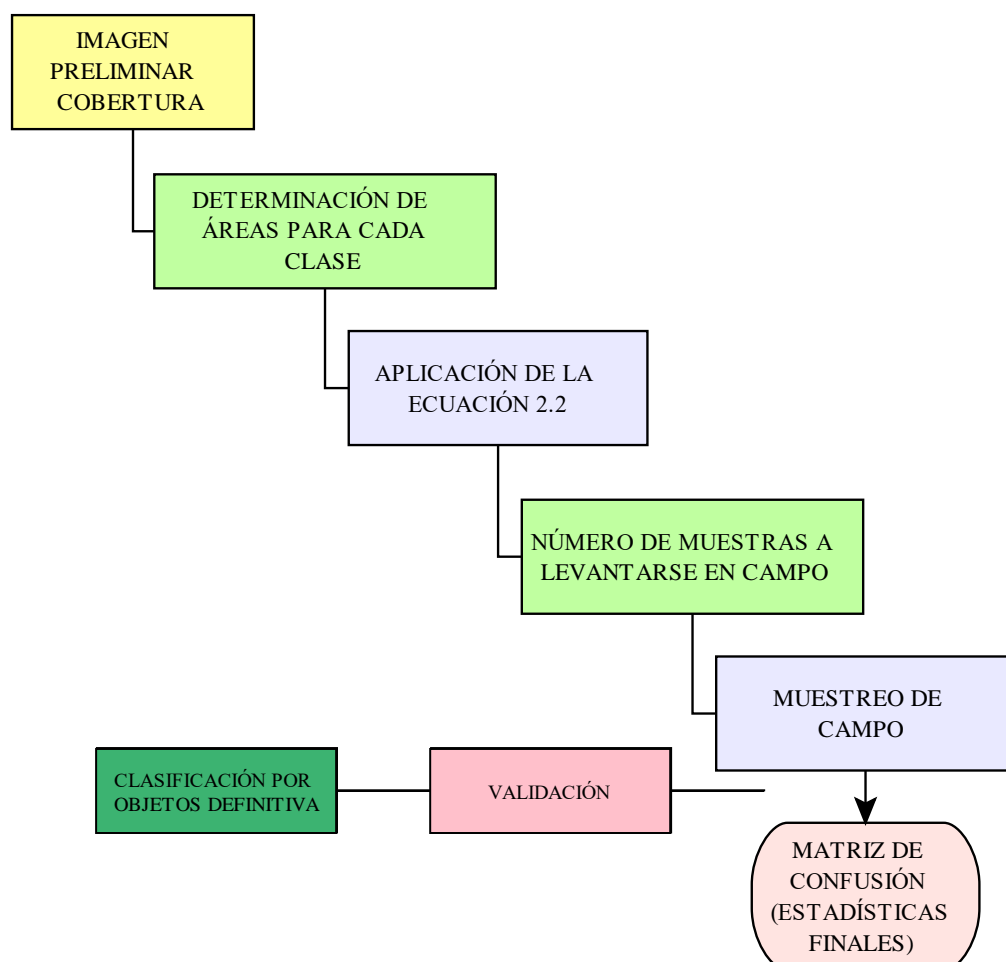


Figura 46 Flujo del proceso de la sección 3.6

3.6.1 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Usando la ecuación 4 (véase 2.7.2.2), se procedió a calcular el tamaño de muestra para el posterior muestreo, siendo las 12 clases con las que se clasificaron los estratos. El resultado (ver 4.6) ubica un determinado número de muestras que se deben tomar en campo para validar cada una de las coberturas generadas en la sección 3.5.6.

Según el cálculo realizado, es necesario tomar 20 puntos de control en campo, para validar el mapa. Los resultados se presentan en el capítulo 4

3.6.2 TRABAJO DE CAMPO

Analizar cómo llegar a los puntos de muestreo y determinar el apoyo logístico necesario para llevar a cabo el muestreo fue el principal objetivo de esta etapa. La parroquia Palmira no cuenta con ningún alojamiento, fue necesario, hospedarse en la cabecera cantonal de Guamate; para realizar el muestreo, fue necesario contratar el servicio de una camioneta, en otros momentos del muestreo se realizaron reconocimientos a pie y en bicicleta, en total; se trabajaron 9 días en campo, donde se recorrieron alrededor de 170km. Acorde a los resultados del número total de muestras (véase 3.6.1) se necesitaron tomar 20 puntos GPS, sin embargo se trato de tomar al menos una muestra por estrato, por lo que al final se tomaron 26 muestras, la única clase que no pudo validarse, fue: afloramiento rocoso, debido a su difícil acceso y facilidad para ubicar.. Para mayor detalle del equipo usado en esta fase del proyecto véase el Anexo 20

3.6.4 EXTRACCIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS PUNTOS DEL MUESTREO Y ELABORACIÓN DE LA MATRIZ DE CONFUSIÓN.

Para validar la información de cobertura por medio de la matriz de confusión, fueron necesarios dos importantes insumos: la imagen de cobertura preliminar y los puntos GPS tomados en campo. A continuación con la figura 47 se detalla el proceso que fue realizado.

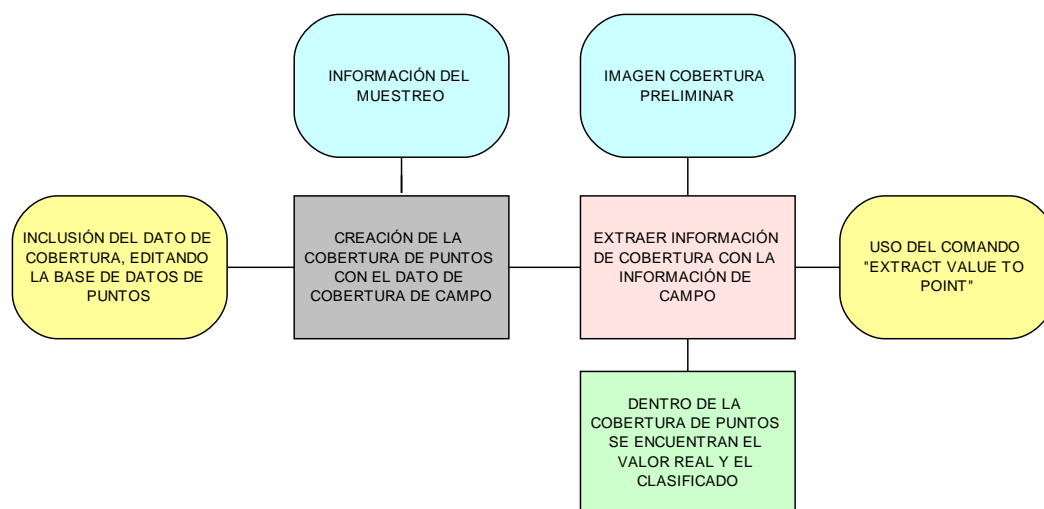


Figura 47 Proceso para la inclusión de datos de campo en el análisis

Una vez realizado el trabajo de campo, se obtuvieron coordenadas de 26 puntos correspondientes a las clases del mapa. Para extraer la información real de la imagen de cobertura y cotejarla con la información de las muestras de campo, el software ENVI 5.3, permite exportar la clasificación cuando esta se ha terminado en formato raster, fue esta imagen la que se usó para extraer la información de la clasificación.

En la figura 48, se presenta la distribución de puntos de muestreo sobre la clasificación, por medio de la herramienta *EXTRACT VALUE TO POINT* se incluyó la información de cobertura en la capa de puntos de muestreo.

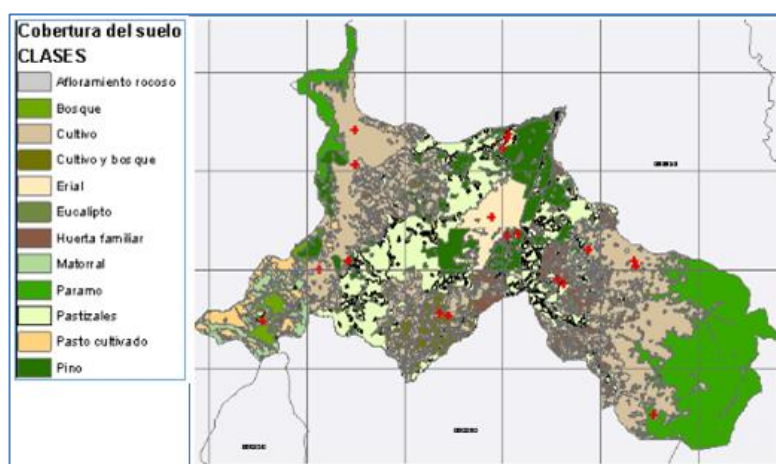


Figura 48 Distribución de puntos sobre la clasificación

A continuación se presenta como se almacenó la información dentro de la cobertura de muestreo, en la figura 49

WPT CLASS	MODEL	FILENAME	LTIME	RASTERVALU
Páramo	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Páramo	16/01/2017	9
Pastizal	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Pastizal	16/01/2017	4
Pastizal	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Pastizal	16/01/2017	4
Pino	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Pino	16/01/2017	3
Erial	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Erial	01/02/2017	7
Bosque	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Bosque	01/02/2017	0
Cultivo	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Cultivo	01/02/2017	1
Pino	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Pino	01/02/2017	3
Cultivo	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Cultivo	01/02/2017	1
Pino	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Pino	16/02/2017	3
Pino	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Pino	16/02/2017	3
Cultivo	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Cultivo	16/02/2017	1
Cultivo	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Cultivo y bos	16/02/2017	5
Cultivo	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Cultivo	01/02/2017	1
Cultivo	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Cultivo	16/02/2017	1
Cultivo	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Cultivo	16/02/2017	1
Cultivo	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Cultivo	16/01/2017	4
Pastizal	Garmin Foretrex 401 Software Version 360	Pastizal	16/01/2017	4

Figura 49 Distribución de puntos sobre la clasificación

3.6.4.3 CÁLCULO DE LAS ESTADÍSTICAS DE VALIDACIÓN

Luego de haber elaborado la matriz de confusión y de haber procesado los datos, se usaron las ecuaciones descritas en la sección 2.7.2.5, los datos y la comparación del dato final con los intervalos de aceptación descritos en la Tabla 5, se presentan en la sección 4.8

FIABILIDAD TOTAL

$$F = \frac{22 * 100}{26} = 84,61\%$$

ERROR DE MUESTREO

$$n_o = \sqrt{\frac{84,61 * (100 - 84,61)}{26}} = 7,07$$

INTERVALO DE CONFIANZA

$$u = 84,61 \pm (1,96 \times 7,07)$$

$$= 70,74 \leq u \leq 98,48$$

ÍNDICE DE KAPPA

$$k = \frac{(26 * 22) - 161}{676 - 161} = 0.79$$

3.7 ELABORACIÓN DE MAPAS

La proceso de elaboración de los mapas definitivos, significa la terminación de esta etapa del proyecto, dentro de las metas (véase 1.6) se definió generar 3 mapas. A continuación en la figura 50 se observan los pasos ejecutados.

Por definición (véase 2.5) la ocupación de suelo la conforman la cobertura y el uso, la unión de ambos mapas mientras que el mapa de uso, tiene como base el mapa de cobertura (véase 2.5.1).

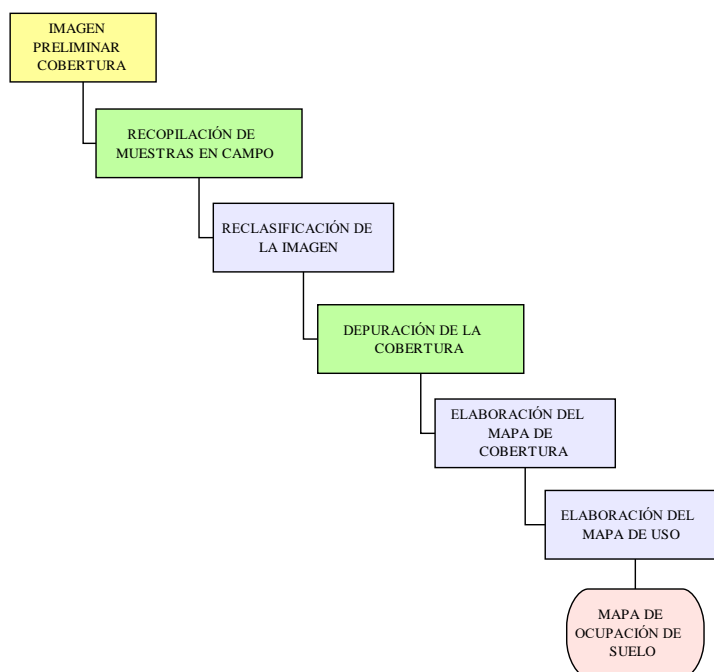


Figura 50 Flujo del proceso para la elaboración de mapas

3.7.1 MAPA DE COBERTURA DE SUELO

Luego de las ediciones realizadas sobre la imagen de cobertura preliminar y su respectiva validación de campo, se elaboró un shape: depurado y clasificado, con la información de cobertura de la parroquia. Usando la plantilla del mapa como base para la presentación cartográfica de datos, se realiza un mapa (véase 4.5) en el que el autor propone la cobertura del suelo para la parroquia Palmira.

3.7.2 MAPA DE USO DE SUELO

Para la elaboración del mapa de uso, se tomó como base la información de cobertura, esta se reclasificó por medio de la leyenda temática para uso de suelo (3.4.3). El resultado (véase 4.6) es un mapa con la misma geometría que el mapa de cobertura, pero describiendo como está siendo usado el suelo en la parroquia por sus pobladores.

3.7.3 MAPA DE OCUPACIÓN DE SUELO

El mapa de ocupación de suelo, es la unión de ambos mapas, el primero (cobertura) describe de que está cubierto el suelo mientras que el segundo, (uso) detalla como los pobladores de la parroquia usan la cobertura. Cada mapa contiene su propia leyenda temática. El resultado se presenta en la sección 4.7.

3.8 DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS

Para determinar cuál o cuáles son los sistemas productivos predominantes en la parroquia, se procedió a analizar la información secundaria, específicamente la cobertura provista por el programa SIGTIERRAS que generó al catastro rural parroquial. En la figura 51 se presenta un fragmento de la base de datos en la que se puede ver los atributos de uso agrícola y pecuario, en ambos casos predomina la variable: subsistencia, si bien es cierto la clasificación de sistemas productivos (ver 2.8.2) no cataloga directamente a los cultivos de subsistencia, estos se ubican dentro de la categoría marginal, haciéndolo el sistema productivo predominante en la parroquia, los resultados de estos análisis se presentan en la sección 4.11. Uno de los

objetivos relacionados con el resultado del proceso 3.7.1, es determinar qué clase de sistema productivo predomina en la cobertura de cultivos generada, con el fin de incluir en el resultado el sistema productivo de la parroquia, por medio del software ArcGIS 9.3 y su herramienta *CLIP*, se generó una nueva cobertura que contiene los cultivos pero incorporados el sistema productivo.

FID	Shape *	codigocata	pecuario 2	agricola
0	Polygon	0606521150232	Subsistencia	
1	Polygon	0606521150233	Subsistencia	
2	Polygon	0606521150234	Subsistencia	
3	Polygon	0606521150235	Subsistencia	
4	Polygon	0606520520339	Subsistencia	
5	Polygon	0606520350080	Subsistencia	
6	Polygon	0606520350081	Subsistencia	
7	Polygon	0606520350082	Subsistencia	
8	Polygon	0606520350083	Subsistencia	
9	Polygon	0606520520347	Subsistencia	
10	Polygon	0606520520340	Subsistencia	
11	Polygon	0606520520341	Subsistencia	
12	Polygon	0606521150172	Subsistencia	
13	Polygon	0606521150173	Subsistencia	
14	Polygon	0606520510001	Subsistencia	
15	Polygon	0606521150174	Subsistencia	
16	Polygon	0606521150175	Subsistencia	
17	Polygon	0606521150179	Subsistencia	
18	Polygon	0606521150181	Subsistencia	
19	Polygon	0606521150182	Subsistencia	
20	Polygon	0606521150183	Subsistencia	
21	Polygon	0606521150184	Subsistencia	
22	Polygon	0606521150186	Subsistencia	
23	Polygon	0606521150188	Subsistencia	
24	Polygon	0606521150190	Subsistencia	
25	Polygon	0606521150198	Subsistencia	
26	Polygon	0606521150199	Subsistencia	
27	Polygon	0606521150200	Subsistencia	
28	Polygon	0606521150201	Subsistencia	
29	Polygon	0606521150202	Subsistencia	
30	Polygon	0606521150203	Subsistencia	
31	Polygon	0606521150204	Subsistencia	
32	Polygon	0606521150205	Subsistencia	
33	Polygon	0606521150206	Subsistencia	
34	Polygon	0606521150207	Subsistencia	
35	Polygon	0606521150208	Subsistencia	
36	Privann	0606521150209	Subsistencia	

FID	Shape *	codigocata	pecuario 2	agricola
5255	Polygon	0606521210151		Subsistencia
5256	Polygon	0606521210152		Subsistencia
5257	Polygon	0606521210153		Subsistencia
5258	Polygon	0606521210154		Subsistencia
5259	Polygon	0606521210155		Subsistencia
5260	Polygon	0606521210156		Subsistencia
5261	Polygon	0606521210157		Subsistencia
5262	Polygon	0606521210158		Subsistencia
5263	Polygon	0606521210159		Subsistencia
5264	Polygon	0606521210160		Subsistencia
5265	Polygon	0606521210161		Subsistencia
5266	Polygon	0606521210162		Subsistencia
5267	Polygon	0606521210163		Subsistencia
5268	Polygon	0606521210164		Subsistencia
5269	Polygon	0606521210165		Subsistencia
5270	Polygon	0606521210166		Subsistencia
5271	Polygon	0606521210168		Subsistencia
5272	Polygon	0606521210169		Subsistencia
5273	Polygon	0606521210172		Subsistencia
5274	Polygon	0606521210176		Subsistencia
5275	Polygon	0606521210178		Subsistencia
5276	Polygon	0606521210179		Subsistencia
5277	Polygon	0606521210180		Subsistencia
5278	Polygon	0606521210181		Subsistencia
5279	Polygon	0606521210182		Subsistencia
5280	Polygon	0606521210183		Subsistencia
5281	Polygon	0606521210184		Subsistencia
5282	Polygon	0606521210185		Subsistencia
5283	Polygon	0606521210186		Subsistencia
5284	Polygon	0606521210188		Subsistencia
5285	Polygon	0606521210189		Subsistencia
5286	Polygon	0606521210190		Subsistencia
5287	Polygon	0606521210191		Subsistencia
5288	Polygon	0606521210192		Subsistencia
5289	Polygon	0606521210193		Subsistencia
5290	Polygon	0606521210194		Subsistencia
5291	Privann	0606521210450		Subsistencia

Figura 51 Base de datos de sistemas productivos

3.9 PROCESO PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS HOMOGÉNEAS

Para zonificar a la actividad productiva con respecto a sus condiciones agroecológicas y socioeconómicas, se plantea el siguiente proceso metodológico (ver Figura 52), que busca por medio de la homogenización de variables secundarias, la estimación de zonas donde se unan las variables ambientales y socioeconómicas, que determinan las condiciones en las que se realiza la actividad agropecuaria; este insumo es la base para identificar la población que será objeto de estudio en el proceso de definición de una unidad productiva familiar mínima.

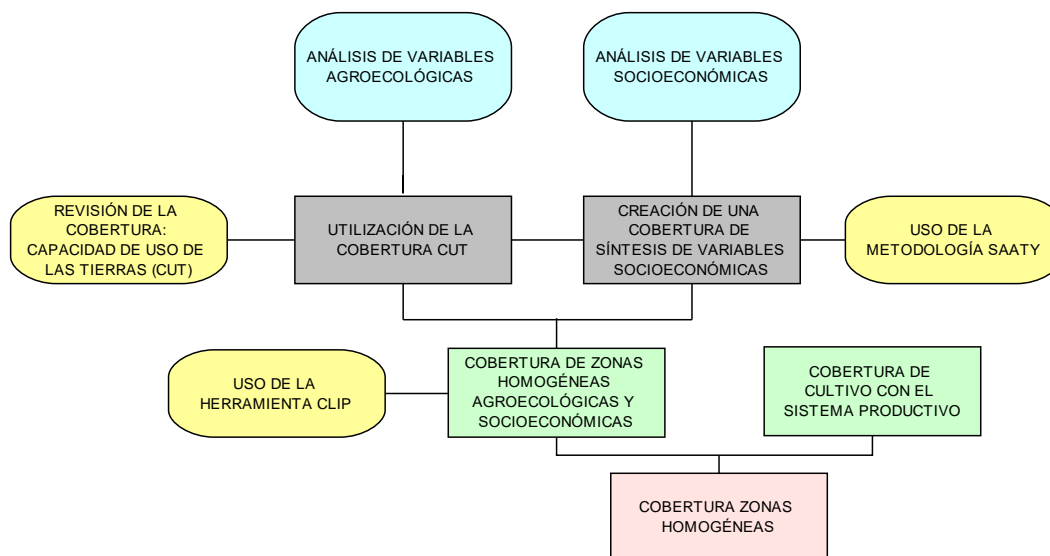


Figura 52 Proceso metodológico para la determinación de zonas homogéneas

3.9.1 CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES AGROECOLÓGICAS

La cobertura Capacidad de uso de las Tierras (CUT), cuenta con 24 variables que se sintetizan en una, (véase 2. 9.1.1) que proporcionan como dato representativo de la cobertura, las restricciones que tiene una determinada zona para realizar labores de carácter agropecuario, el desarrollo del proceso: con lleva la determinación de zonas homogéneas, se ha escogido esta cobertura, clasificada a través del indicador: capacidad de uso de la tierra, la figura 53, presenta la leyenda con la que se clasificó la cobertura y cuenta con una breve descripción de la misma.

Clase III. Suelos con severas limitaciones que reducen la selección de plantas o requieren prácticas especializadas de conservación o ambas.

Clase IV. Suelos con limitantes muy severas que restringen la elección de cultivos o requieren de un manejo muy cuidadoso o ambos

Clase V. Terrenos para pastos y bosques, generalmente no aptos para cultivos.

Clase VI. Suelos con limitaciones severas que los hacen no aptos para su aprovechamiento bajo cultivos, pero que pueden ser utilizados en la producción de pastos, árboles o vida silvestre o cultivos especiales en cobertura.



Clase VII. Suelos con limitaciones muy severas que los hacen no aptos para cultivos y restringen su uso a la producción de pastos o árboles o vida silvestre.
Clase VIII. Suelos con limitaciones tales que únicamente pueden ser utilizados para recreación o vida silvestre o abastecimiento de agua o propósitos estéticos.

Figura 53 Clasificación de la capacidad de uso de las tierras

3.9.2 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

A diferencia de las variables agroecológicas, las variables socioeconómicas, necesitaron un tratamiento previo que permita aglutinar dentro de una misma cobertura una serie de indicadores socioeconómicos relevantes de la zona de estudio. Con base en el censo 2010 y especializadas por circuito censal, se analizaron en total 7 variables, las cuales se describen en la tabla 16.

Tabla 16
VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

VARIABLES SOCIOECONÓMICAS		
Servicios básicos	Influencia educación	Densidad Poblacional
Población económicamente activa	Influencia salud	Nivel instrucción
		Analfabetismo

3.9.1.2 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA SAATY

SAATY (ver 2.9.1.2) realiza un proceso de ponderación y normalización de las variables a tratarse; en este caso tenemos 7, para desarrollar el método, el primer paso consiste en ponderar el peso de cada una de las mismas, según señala la metodología, este procedimiento no es sencillo y merece un especial análisis, ya que una ponderación única del autor puede sesgar ampliamente los resultados. Para evitar lo mencionado, a más del criterio del autor, se propuso el ejercicio de ponderación a los gestores territoriales de la parroquia Palmira y el cantón Guamote, con el fin de

alcanzar un consenso en la ponderación. La figura 54 muestra el flujograma del proceso realizado.

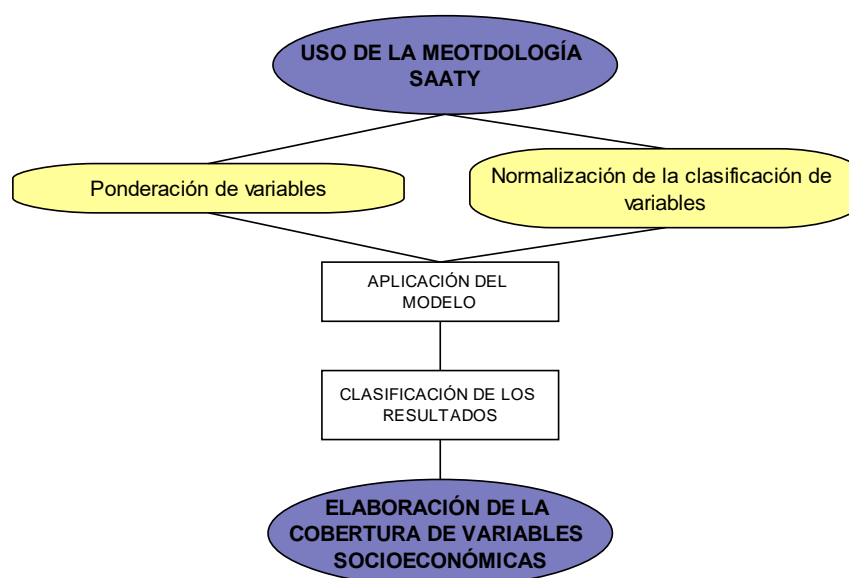


Figura 54 Elaboración de la cobertura de variables socioeconómicas

El primer paso fue organizar las variables según la importancia de cada una en el análisis, la Tabla 17 muestra la ponderación de variables.

Tabla 17
Ponderación de las variables socioeconómicas

Orden importancia	Variable
1	Servicios básicos
2	Población Económicamente Activa
3	Influencia educación
4	Influencia salud
5	Nivel instrucción
6	Analfabetismo
7	Densidad poblacional

Además de la ponderación, fue necesario homogeneizar a todas las variables, es decir, cada variable cuenta con una clasificación dentro de su GDB, para trabajar con esta metodología, fue necesario otorgar valores entre 0 y 1 a las siete variables. Este

proceso se conoce como normalización, para entender de mejor manera cada variable, se muestra la tabla 18. Es importante señalar que los datos provienen del Censo del año 2010 realizado por el INEC

Tabla 18
Descripción de las variables usadas

Variable	DESCRIPCIÓN
Servicios básicos	DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS BÁSICOS DE ACUERDO CON LAS SIGUIENTES VARIABLES: AGUA, LUZ ELECTRICA, ELIMINACION DE EXCRETAS Y RECOLECCION DE BASURA
Población Económicamente Activa (PEA)	POBLACION OCUPADA SEGUN EL SECTOR DE LA ECONOMIA EN LA CUAL SE INSERTA
Influencia educación	AREA DE ALCANCE DEL SERVICIO DE UNA UNIDAD DE EDUCACION A PARTIR DE UN RADIO DE 10 Km
Influencia salud	ÁREA DE ALCANCE A UNA UNIDAD DE SALUD A PARTIR DE UN RADIO DE 10 Km
Nivel instrucción	MÁXIMO NIVEL EDUCATIVO QUE CURSA O CURSO UNA PERSONA
Analfabetismo	PORCENTAJE DE POBLACION ANALFABETA ENTRE 15 AÑOS Y MAS DE EDAD
Densidad poblacional	NUMERO PROMEDIO DE HABITANTES POR CADA KILÓMETRO CUADRADO DE TERRITORIO DENTRO DE UN SECTOR CENSAL

La tabla 19 muestra el proceso de normalización de variables socioeconómicas

Tabla 19
Normalización de las variables socioeconómicas

Variable			Variable		
Servicio básicos		Clasificación SAATY	Población económicamente activa		Clasificación SAATY
ALTO	4	1	ALTO	4	1
MEDIO	3	0,75	MEDIO	3	0,75
BAJO	2	0,5	BAJO	2	0,5
MUY BAJO	1	0,25	MUY BAJO	1	0,25



Variable		Variable	
Nivel de instrucción	Clasificación SAATY	Acceso a educación	Clasificación SAATY
TERCERO DE BACHILLERATO	3	ALTO	2
PRIMARIA	2	BAJO	1
NINGUNO	1		
Variable		Variable	
Densidad poblacional	Clasificación SAATY	Analfabetismo	Clasificación SAATY
MUY ALTA	5	10,1 % - 15%	4
ALTA	4	Mayor al 15%	3
MEDIA	3		
BAJO	2		
Variable		Variable	
		Acceso a salud	Clasificación SAATY
		ALTO	2
		BAJO	1

CLASIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SAATY

Para clasificar los datos, fue necesario escoger una metodología, al tratarse de variables socioeconómicas trabajadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), se clasificó por medio de quintiles, acorde a la “Metodología de estratificación del nivel socioeconómico”¹

3.9.3 ELABORACIÓN DE LA COBERTURA DE ZONAS HOMOGÉNEAS

Por medio de la herramienta *INTERSECT* del software ArcGIS 9.3, se procedió a combinar, la información generada con la metodología SAATY de variables socioeconómicas con la cobertura CUT de variables agroecológicas, este primer proceso otorgó una nueva cobertura en la que se mezclaron las formas e información del circuito censal y los polígonos de clasificación de la cobertura CUT, para generar 25 zonas. 9 de las cuales se consideraron no representativas, por su extensión (menores a 10 hectáreas) y por no haberse identificado una comunidad dentro de la zona. En las 16 zonas resultantes se establece una nueva clasificación (ver figura 55) que describe;

¹ Metodología realizada por INEC en el año 2011, que permite clasificar grupos socioeconómicos relevantes con sus características principales. Este método clasifica variables por medio de quintiles.

las condiciones particulares para las variables agroecológicas y socioeconómicas dentro de cada zona. Este insumo a su vez se combina con la cobertura mencionada en la sección 3.8, para continuar con el proceso descrito en la figura 52 y finalmente determinar una zonificación de la parroquia. El resultado de este proceso es una cobertura, que a partir de esta sección se llama “Zonificación de condicionantes para la actividad agropecuaria” y se presenta en la sección 4.11

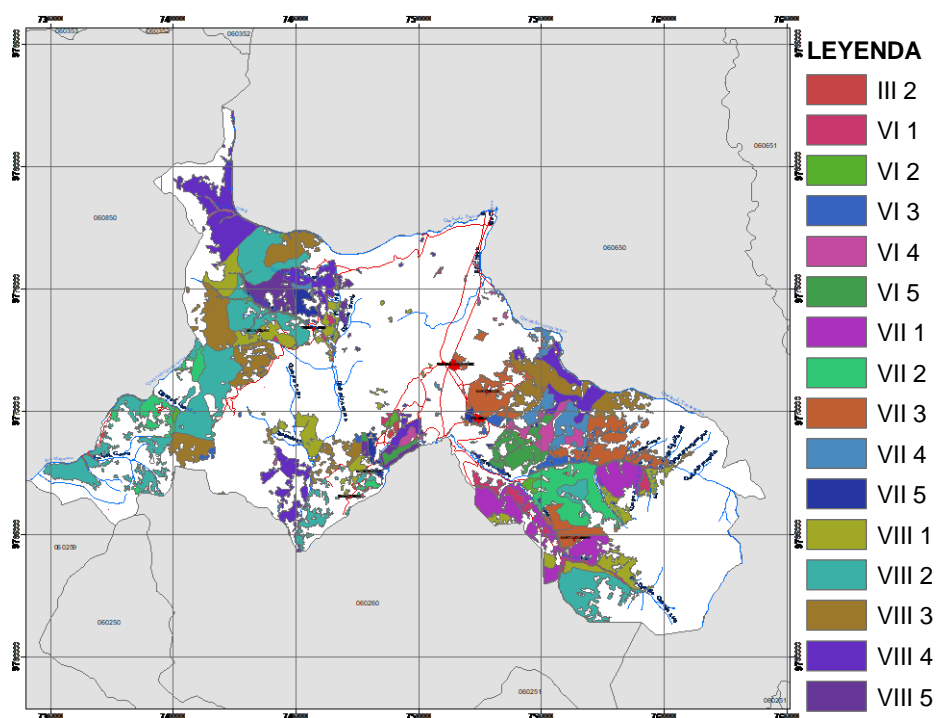


Figura 55 Zonificación de condiciones para la actividad agropecuaria

3.10 CÁLCULO PARA LA DEFINICIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA FAMILIAR MÍNIMA (UPFM)

Para el cálculo de la Unidad Productiva Familiar Mínima, se procedió a emplear la metodología descrita en la sección 2.10, al no contar con todas las variables para el cálculo, resultó necesario, realizar un proceso de recolección de datos en campo. Con ese objetivo, se diseñó una encuesta (Anexo 16) para aplicación en las zonas obtenidas luego del proceso descrito en la sección 3.9.3, que debe intentar cubrir la mayor cantidad de zonas. Para ello se visitó comunidades dentro de las zonas homogéneas establecidas, se determinaron 21 comunidades que se detallan en la sección 4.12

3.10.1 PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS

Para obtener un número de encuestas a aplicarse, se empleó la fórmula presentada en la sección 2.10

$$n = \frac{N \times Z^2 p \times q}{e^2(N - 1) + Z^2 p \times q}$$

Dónde:

- N = Total de la población
- Z = 1.96 al 95% de confianza
- p = proporción esperada, en este caso 0.9
- q = 1 – p, (1-0.9= 0.1)
- e = precisión (5%)

Se realizaron 136 encuestas (ver Anexo 15) en 21 comunidades, las preguntas formuladas se dividieron en dos importantes grupos, el primero: preguntas de carácter cualitativo, relacionadas a los condicionantes para la producción que puedan tener los productores; la segunda: preguntas de orden cuantitativo, dirigidas al cálculo de la UPFM, se eliminaron del análisis 9 zonas homogéneas ya que su superficie no alcanzaba 1 km², la única superficie menor a un km fue la que se encontraba en la comunidad san Miguel de Pumachaca, ya que la misma se encontraba en el centro de la comunidad y no hubo inconveniente en acceder a ella, por otro lado es necesario mencionar que en las zonas homogéneas 2 VIII y 4VIII, se realizaron encuestas en 3 y cuatro comunidades respectivamente, por el tamaño que éstas tienen.

3.10.2 CÁLCULO DE LA UPFM

Obtenidos los datos de las encuestas, se procedió a usar las ecuaciones 12 y 13, para determinar el dato del valor anual de producción que tienen los agricultores de la parroquia

Usando los datos de la pregunta 8 de la encuesta, se determinaron los valores de:

- Costo de producción.
- Precio de venta del producto.
- Precio del litro de leche
- Estimación de la ganancia anual por predio

Se realizó este cálculo por cada uno de los predios, los resultados se muestran en la sección 4.13

Ejemplo de cálculo para la encuesta 126

$$IN = IB - CD$$

$$IB = PV + PA$$

$IB = (70 \text{ quintales a un precio de } 10 \text{ dólares}) + (20 \text{ quintales a un precio de } 10 \text{ dólares}); (12 \text{ litros de leche por día a un precio de } 0.36 \text{ centavos el litro})$

$$IN = 2600 \text{ (venta anual entre lácteos y cultivo)} - 100 \text{ (costo de producción)}$$

$$IN = 2500 \text{ dólares}$$

3.10.3 SIMULACIÓN DE UPF MÍNIMA

Al momento de desarrollarse las encuestas, fue un limitante encontrar agricultores dispuestos a contestar las preguntas, que tengan alta heterogeneidad en la extensión de los predios, es decir un predio de 1ha y 12 ha, esta limitante pudo influenciar al momento de levantar la información en campo, sin embargo en todas las comunidades visitadas las encuestas lograron recoger información de predios de diferentes dimensiones. Al no encontrarse una UPF dentro de cada zona homogénea, se procedió a realizar una simulación en la que, con los datos obtenidos en campo, se logró determinar, dentro de esta zona, que área permitirá generar USD \$ 9.000 por año.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE LA GENERACIÓN DEL MAPA BASE

Como resultado se ilustra la figura 56; que ampliada se encuentra en el Anexo 2

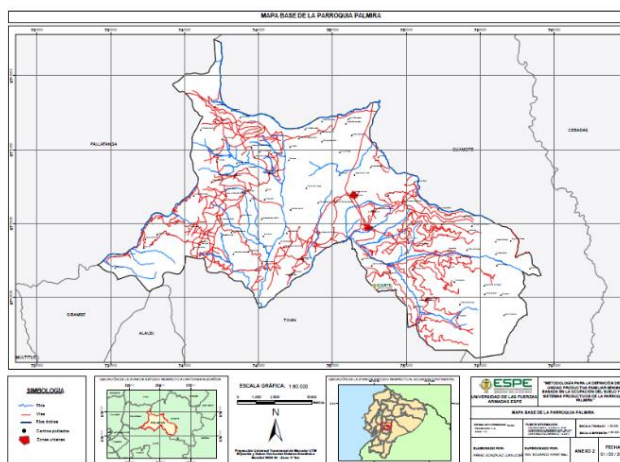


Figura 56 Mapa base de la parroquia Palmira

4.2 RESULTADOS DEL MAPA BASE TEMÁTICO

El resultado se ilustra a continuación en la figura 57; que ampliado se encuentra en el Anexo 3.

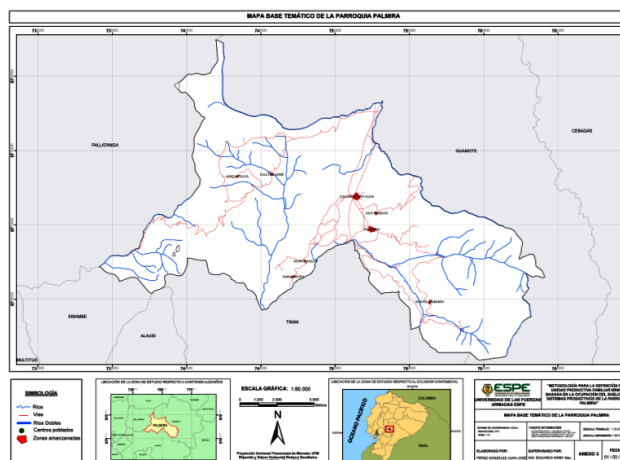












Figura 57 Mapa base temático de la parroquia Palmira



4.3 RESULTADOS DE LA SELECCIÓN DE LEYENDA TEMÁTICA

A continuación en la Tabla 20 se presenta la leyenda depurada con 12 clases.

Tabla 20
Leyenda Temática adaptada del SIOSE a la Parroquia Palmira

Cobertura Simple	
100 Cultivos	
110 Cultivos	111 Pasto cultivado (CPC)  112 Cultivos Herbáceos (CCH) 
200 Vegetación arbustiva y herbácea	
210 Vegetación arbustiva y herbácea	211 Pastizales (PST)  212 Matorral (MTR)  213 Páramo (PRM) 
300 Arbolado Forestal	
310 Frondosas	311 Bosque (AFB) 
320 Coníferas	321 Pino (ACP) 
330 Mirtáceas	331 Eucalipto (AME) 
400 Terrenos sin vegetación	
410 Erial	411 Erial (ERL) 
420 Cobertura Rocosa	421 Afloramiento rocoso (AFR) 



Cobertura Compuesta	
500 Asociación	
510 Cobertura mixta	511 Cultivo y bosque (MCB)  512 Huerta Familiar (MHF) 

4.4 PUNTOS VERDAD TERRESTRE

Se tomaron 60 puntos, para mayor detalle y consulta se presenta la tabla 21, para detalla de las fotos de cada punto, ver el Anexo 16.

Tabla 21
Puntos para validación de las coberturas

CODIGO	ESTE (m)	NORTE (m)	ALTURA	COBERTURA
PO01	752793,749	9777596,06	3181.58	BOSQUE
PO02	748941,161	9776107,06	3442.82	CULTIVO
PO03	748019,125	9775872,17	3458.44	CULTIVO
PO04	747802,679	9775882,98	3466.37	CULTIVO
PO05	747620,74	9775897,83	3463.25	CULTIVO
PO06	746020,594	9776046,36	3561.78	CULTIVO
PO07	745430,119	9775819,74	3641.57	CULTIVO
PO08	745024,563	9775887,11	3690.36	CULTIVO
PO09	744835,865	9775921,99	3710.07	CULTIVO
PO10	744340,247	9775802,53	3744.43	CULTIVO
PO11	744062,287	9775583,78	3747.08	CULTIVO
PO12	743993,408	9775508,22	3755.25	CULTIVO
PO13	743869,065	9775564,69	3767.98	CULTIVO
PO14	743851,839	9775828,19	3795.14	CULTIVO
PO15	743431,1	9776022,89	3826.62	CULTIVO
PO16	755119,133	9773648,18	3514.92	CULTIVO
PO17	755164,974	9773095,57	3526.46	CULTIVO
PO18	755101,067	9773000,86	3532.22	CULTIVO
PO19	754898,016	9772577,47	3576.92	CULTIVO
PO20	755457,847	9772671,69	3629.08	CULTIVO
PO21	755528,026	9772638,62	3632.92	CULTIVO
PO22	748563,068	9768693,76	3187.11	CULTIVO Y BOSQUE
PO23	748829,073	9769653,86	3221.48	CULTIVO Y BOSQUE
PO24	748835,964	9769726,08	3220.04	CULTIVO Y BOSQUE
PO25	749362,213	9770723,87	3240.46	CULTIVO Y BOSQUE



PO26	749001,587	9775619,83	3444.02	ERIAL
PO27	750206,464	9776767,69	3331.79	ERIAL
PO28	749593,349	9776361,58	3388.51	ERIAL
PO29	750275,76	9771807,73	3317.13	ERIALES
PO30	749020,73	9776023	3463.97	EUCALIPTO
PO31	743571,205	9771371,1	3512.52	EUCALIPTO
PO32	749107,483	9776306,5	3425.76	EUCALIPTO
PO33	747816,946	9767635,56	3326.74	HUERTA FAMILIAR
PO34	747532,63	9767570,15	3330.35	HUERTA FAMILIAR
PO35	747257,577	9767757,59	3320.01	HUERTA FAMILIAR
PO36	746799,884	9767851,16	3312.8	HUERTA FAMILIAR
PO37	755263,496	9774125,53	3505.55	HUERTA FAMILIAR
PO38	755255,424	9774084,05	3506.03	HUERTA FAMILIAR
PO39	744295,176	9772221,38	3493.05	MATORRAL
PO40	743167,705	9776783,26	3851.38	PARAMO
PO41	742509,943	9777076,82	3860.03	PARAMO
PO42	743431,887	9776028,42	3812.45	PARAMO
PO43	756853,175	9770547,73	3801.63	PARAMO
PO44	756878,225	9770553,55	3804.51	PARAMO
PO45	757202,451	9770344,34	3819.41	PARAMO
PO46	757308,222	9770220,4	3820.38	PARAMO
PO47	757404,259	9770138,62	3831.91	PARAMO
PO48	749087,806	9775757,98	3464.69	PASTIZAL
PO49	746220,172	9776154,27	3527.18	PASTIZAL
PO50	745473,871	9773637,38	3369.04	PASTIZAL
PO51	745477,433	9773638,04	3368.8	PASTIZAL
PO52	745910,616	9775947,29	3580.29	PASTO CULTIVADO
PO53	752637,861	9777622,05	3036.91	PINO
PO54	752366,78	9777646,21	3201.53	PINO
PO55	738933,799	9769807,77	3293.82	PINO
PO56	746187,372	9773984,94	3413.26	PINO
PO57	746233,088	9774695,8	3407.01	PINO
PO58	746500,665	9775048,07	3424.8	PINO
PO59	750280,64	9776968,69	3313.77	PINO
PO60	749995,876	9776269,54	3363.51	PINO

4.5 RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN ORIENTADA A OBJETOS

La clasificación se resume en el cálculo de las áreas correspondientes a cada cobertura. La tabla 22, presenta el resultado.

Tabla 22
Área correspondiente a cada cobertura

CÓDIGO	COBERTURA	ÁREA	PORCENTAJE
111	Pasto cultivado	11,669 km ²	4,69
112	Cultivo	77,242 km ²	31,1
211	Pastizal	47,947 km ²	19,3
212	Matorral	9,015 km ²	3,63
213	Paramo	44,344 km ²	17,8
311	Bosque	2.993 km ²	1,20
321	Pino	24,614 km ²	9,91
331	Eucalipto	1,024 km ²	0,41
411	Erial	8,826 km ²	3,55
421	Afloramiento rocoso	0,534 km ²	0,21
511	Cultivo y bosque	7,27 km ²	2,92
512	Huerta familiar	10,478 km ²	4,21

En la figura 58, se presenta la comparación de las áreas clasificadas

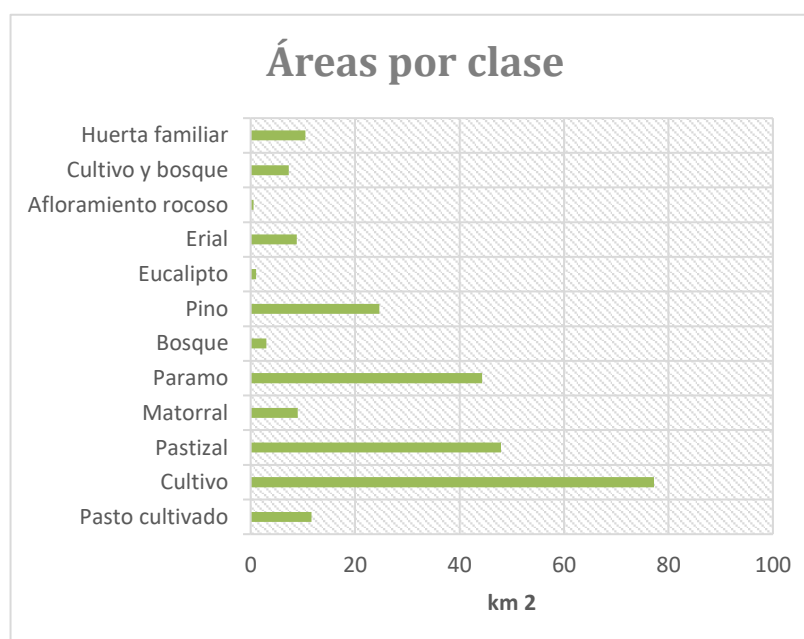


Figura 58 Comparación de áreas de la clasificación orientada a objetos

Los resultados presentan que la cobertura con mayor área en la parroquia es la de cultivos, esta representa el 31.3% de toda el área parroquial de 248 km², la cobertura pastizal se ubica segunda en proporción con un 13,3%, mientras que páramo constituye el 17,8% de la parroquia, afloramiento rocoso es la cobertura con menor extensión ya que cuenta con solo 0,5 km², que significan un 0,21% de toda la parroquia.

A continuación se presenta con la figura 59 la representación gráfica de la imagen clasificada.

Cobertura del suelo de la parroquia Palmira, método de clasificación orientada a objetos

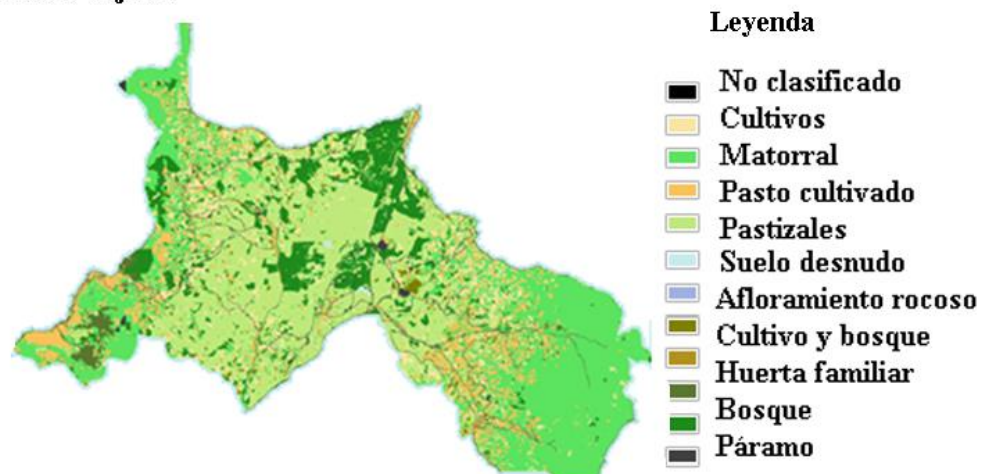


Figura 59 Imagen preliminar de cobertura del suelo

En cuanto al análisis de uso, la tabla 23 presenta los resultados del uso del suelo en la parroquia.

Tabla 23
Área correspondiente a cada uso de suelo

CÓDIGO	CLASE	ÁREA	PORCENTAJE
1	Agrícola	94,94	38,54
2	Conservación	53,36	21,66
3	Forestal	28,66	11,64
4	Mixto (pecuario-conservación)	47,95	19,46
5	Pecuario	11,67	4,74
6	Sin uso	9,36	3,80
7	Habitacional	0,41	0,17

Como resultado principal y relacionado a la realidad de la parroquia, el uso principal es el agrícola que combinado al pecuario, alcanzan un 43,27%, sin embargo se catalogó el uso mixto (pecuario-conservación) mismo que representa un 19,46%, al combinar el dato con el uso agropecuario este alcanzó el valor de 62,74%

4.6 RESULTADOS DEL PROCESO DE VALIDACIÓN

Acorde a lo descrito en la sección 3.6, los resultados de dichos cálculos se presentan en la tabla 24

Tabla 24
Cálculo de número de muestras por estrato para validación de la cobertura

COBERTURA	ÁREA Km ²	Desviación estándar	Muestreo estratificado	# de muestras
Afloramiento rocoso	0,534	1	0,000544722	1
Bosque	2,993	1	0,017032187	1
Cultivo	77,242	1	9,940609332	10
Cultivo y bosque	7,217	1	0,098241821	1
Erial	8,826	1	0,146485558	1
Eucalipto	1,024	1	0,002001178	1
Huerta Familiar	10,024	1	0,188526237	1
Matorral	9,015	1	0,152772119	1
Páramo	44,344	1	3,466231047	3
Pastizal	47,947	1	4,026809732	4
Pasto cultivado	11,669	1	0,25469394	1
Pino	24,641	1	1,108807558	1
Varianza Total	522,9552681		19,40275543	26

A continuación se presentan las coordenadas de los puntos tomados en campo (tabla 25) para la validación. Si bien es cierto el cálculo usando la ecuación 4, dio como resultado 19,4 muestras a tomarse, ya en campo se procedió a tomar muestras para todas las clases, incluso las que en el cálculo fueron calculadas como 0 (bosque, cultivo y bosque, erial, eucalipto, huerta familiar, matorral) con el fin de validar todas las coberturas con al menos un punto. La única clase que no fue tomada en campo fue: afloramiento rocoso, por su dificultad de acceso.

Tabla 25
Puntos de validación

CÓDIGO	ESTE (m)	NORTE (m)	ALTURA	CLASE EN CAMPO	CLASE EN MAPA
PC01	757566,895266	9762693,040769	3745,48	PARAMO	PARAMO
PC02	755992,004239	9768123,056288	3298,78	CULTIVO	CULTIVO
PC03	750280,639883	9776968,687897	3313.77	PASTIZAL	PASTIZAL
PC04	749995,876306	9776269,538871	3363.51	PINO	PINO
PC05	749496,895016	9772713,015165	3265.94	ERIAL	ERIAL
PC06	737795,927114	9767418,059537	3043.4	BOSQUE	BOSQUE
PC07	749001,586750	9775619,825136	3444.02	PASTIZAL	PASTIZAL
PC08	746220,172199	9776154,269988	3527.18	PASTIZAL	PASTIZAL
PC09	743167,705033	9776783,260425	3851.38	PARAMO	CULTIVO
PC10	742509,942684	9777076,822844	3860.03	PARAMO	CULTIVO
PC11	742629,999354	9775322,022050	3747.56	CULTIVO	CULTIVO
PC12	743012,518921	9773211,905570	3648.78	CULTIVO	CULTIVO
PC13	745032,209155	9772775,199642	3458.92	PASTO CULTIVADO	PASTO CULTIVADO
PC14	744295,175528	9772221,378189	3493.05	PASTIZAL	PASTIZAL
PC15	740668,431584	9770035,911679	3578.37	CULTIVO	CULTIVO
PC16	757101,170569	9767843,760694	3402.21	CULTIVO	CULTIVO
PC17	756293,932956	9764741,463120	3545.68	CULTIVO	CULTIVO
PC18	748901,838286	9769877,092033	3207.54	HUERTA FAMILIAR	HUERTA FAMILIAR
PC19	746799,884056	9767851,160500	3312.8	CULTIVO Y BOSQUE	CULTIVO Y BOSQUE
PC20	748835,964427	9769726,083482	3220.04	EUCALIPTO	HUERTA FAMILIAR
PC21	754994,009269	9771226,986943	3734.82	CULTIVO	CULTIVO
PC22	755776,720306	9770758,369389	3752.84	CULTIVO	CULTIVO
PC23	755785,619864	9770755,701558	3753.08	CULTIVO	CULTIVO
PC24	756457,636938	9770622,863408	3773.51	CULTIVO	CULTIVO
PC25	752188,827584	9769854,035891	3284.69	PASTIZAL	CULTIVO
PC26	739606,464002	9770113,021469	3436.57	MATORRAL	MATORRAL

De los 26 puntos muestreados, 22 de ellos fueron clasificados apropiadamente, es decir, la cobertura en campo se ajusta a la clasificación realizada en software, los 4 puntos que no fueron clasificados adecuadamente fueron dos puntos en zona de páramo que en el mapa se clasificaron como cultivos, un punto correspondiente a eucalipto que en la imagen se clasificó como huerta familiar y un punto ubicado en campo como pastizal y clasificado en la imagen como cultivo. Como resultado se

puede mencionar que la cobertura cultivos fue la que presento mayores inconvenientes de ajuste acorde a la verdad terrestre.

4.7 RESULTADOS DE LAS ESTADÍSTICAS DE VALIDACIÓN

Los resultados se muestran en la tabla 26 y la tabla 27 muestra el indicador cualitativo de la clasificación.

Tabla 26
Estadísticas de validación

CLASES BIEN ESTIMADAS	22	
TOTAL DE CLASES	26	
FIABILIDAD	84,61	
ERROR DE MUESTREO	7,16	
FIABILIDAD GLOBAL (INTERVALO DE CONFIANZA)	98,65	70,58
ÍNDICE DE KAPPA	0,79	
ÍNDICE DE KAPPA (CALIDAD)	MUY BUENO	

Tabla 27
Clasificación del índice Kappa

VALOR DE KAPPA	CALIDAD
≤ 0.00	Pésima
0.0 – 0.20	Mala
0.20 – 0.40	Razonable
0.40 – 0.60	Buena
0.60 – 0.80	Muy buena
0.80 – 1.00	Excelente

Como resumen del proceso de validación, el índice de Kappa proporciona un estimador dentro del rango de 0.6 – 0.8 (véase 2.10) que se considera como “Muy

Bueno”, lo que quiere decir que por cada 10 objetos clasificados, 8 se ajustan a la realidad del terreno, no obstante el dato del error, calculado en 7,15 está por encima del valor usado comúnmente de 5%.

4.8 RESULTADO DE LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE OCUPACIÓN DE SUELO

Como resultado, se muestra la figura 60 y para ver el mapa de cobertura de suelo ampliado, se presenta el Anexo 5.

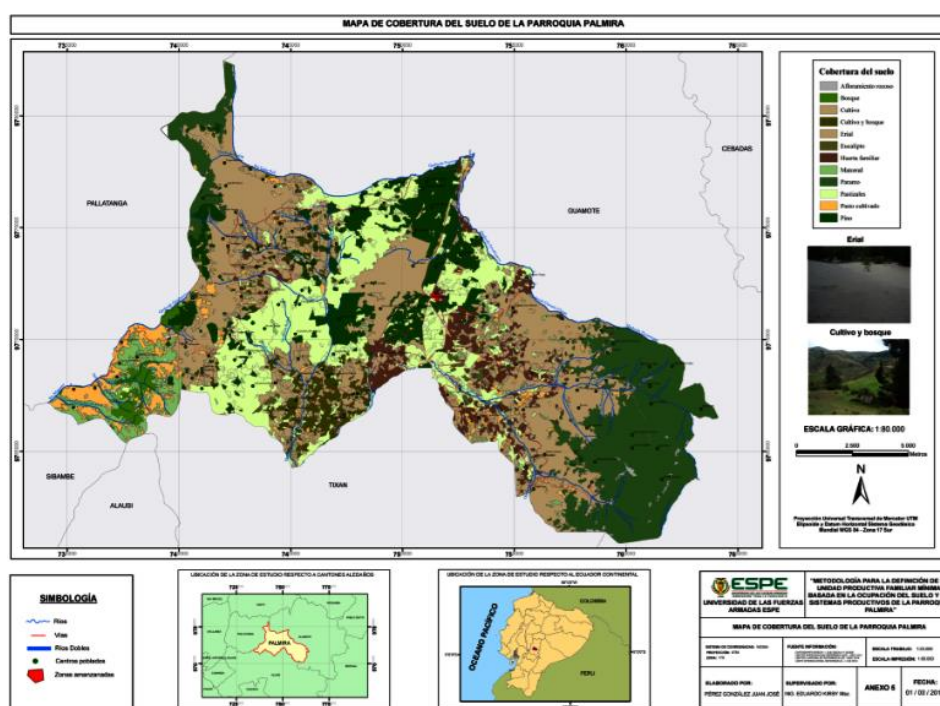


Figura 60 Mapa de cobertura del suelo parroquia Palmira

En tonos de verde, se representan las coberturas naturales como: Bosque, plantaciones de pino y eucalipto; además de la vegetación arbustiva y herbácea (matorral, páramo y pastizal). En tonos de amarillo, se representa la cobertura agropecuaria (cultivos, pasto cultivado, cultivo-bosque) y en un tono marrón huerta familiar, la cobertura afloramiento rocoso, se representa con un tono gris y erial de color beige bajo.

Mapa de uso del suelo

A continuación se presenta el mapa de uso de suelo de la parroquia Palmira (figura 61), el mapa ampliado se encuentra en el Anexo 6.

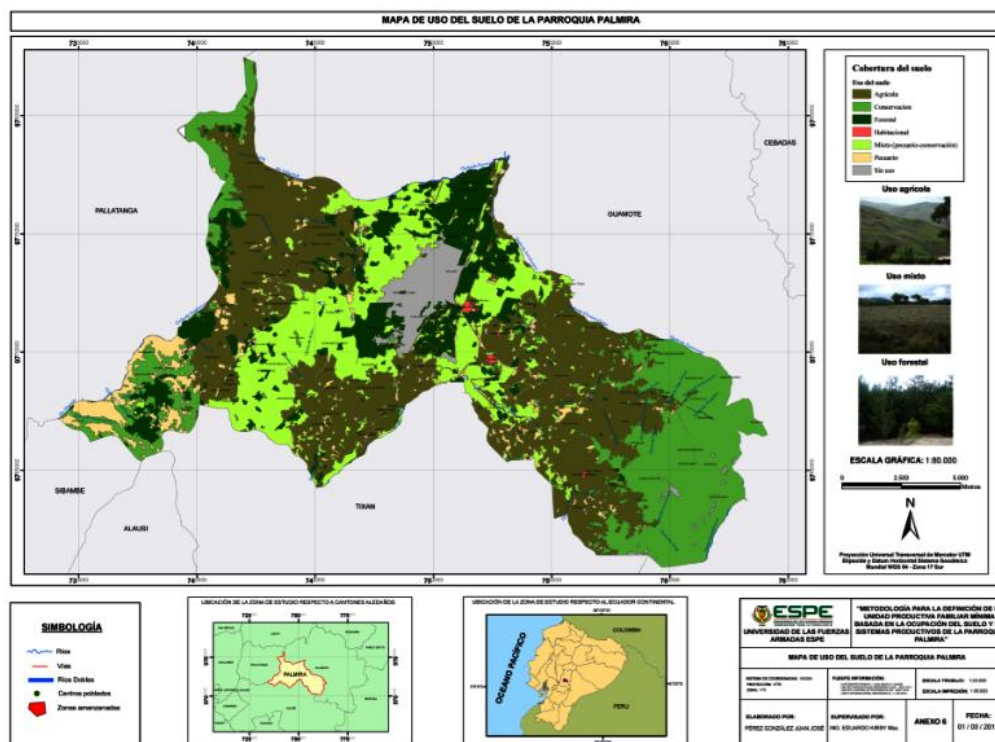


Figura 61 Mapa de cobertura del suelo parroquia Palmira

Los usos de conservación, forestal y mixto, se representan en tonos verdes acorde a las coberturas expuestas en la figura 61. El uso habitacional se representa con un color rosa, mientras que el uso pecuario se ve en color durazno, por otro lado, el uso agrícola se presenta con un color café claro. Las coberturas: erial y afloramiento se reclasificaron como zonas sin uso y se pintan de color gris.

Mapa de ocupación del suelo

El mapa de ocupación de suelo es la combinación de los mapas de cobertura y uso. Por lo que ambos conservan sus características. A continuación, en la figura 62 se presenta el mapa, el mapa en su tamaño original se visualiza en el Anexo 7.

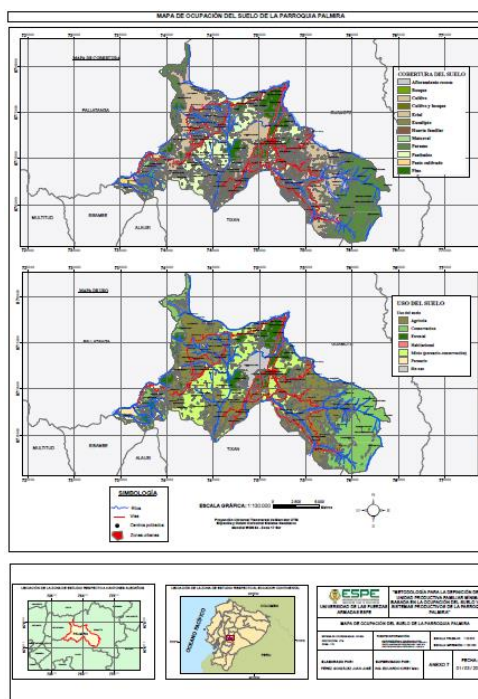


Figura 62 Mapa de ocupación del suelo de la parroquia Palmira

4.9 RESULTADO DEL MAPA DE CONFLICTOS DE USO

La cobertura capacidad de uso de las tierras (3.9.1) permite analizar el uso potencial del suelo en la parroquia, el cálculo de áreas y porcentajes se detalla en la tabla 28

Tabla 28
Capacidad de uso de las tierras

CUT	Área	Porcentaje
II	0,19	0,07
III	2,83	1,13
IV	1,02	0,41
TIERRAS MISCELANEAS	16,62	6,67
V	4,03	1,61
VI	26,21	10,51
VII	46,69	18,72
VIII	151,35	60,70

- Tierras misceláneas: Afloramientos rocosos, suelo desnudo y zona urbana.

El resultado de este análisis muestra la diferencia entre el uso potencial que debería tener el suelo versus la cobertura y uso actual del mismo. La figura 63 presenta los principales conflictos detectados.

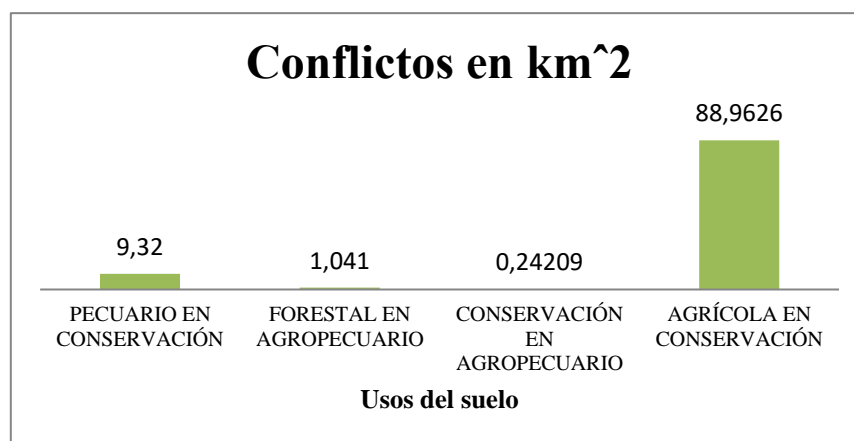


Figura 63 Conflictos de uso de suelo en la parroquia Palmira

Adicionalmente, el mapa desplegado a continuación en la figura 64 ofrece una visualización de estos datos, para ver el mapa completo dirigirse al Anexo 8.

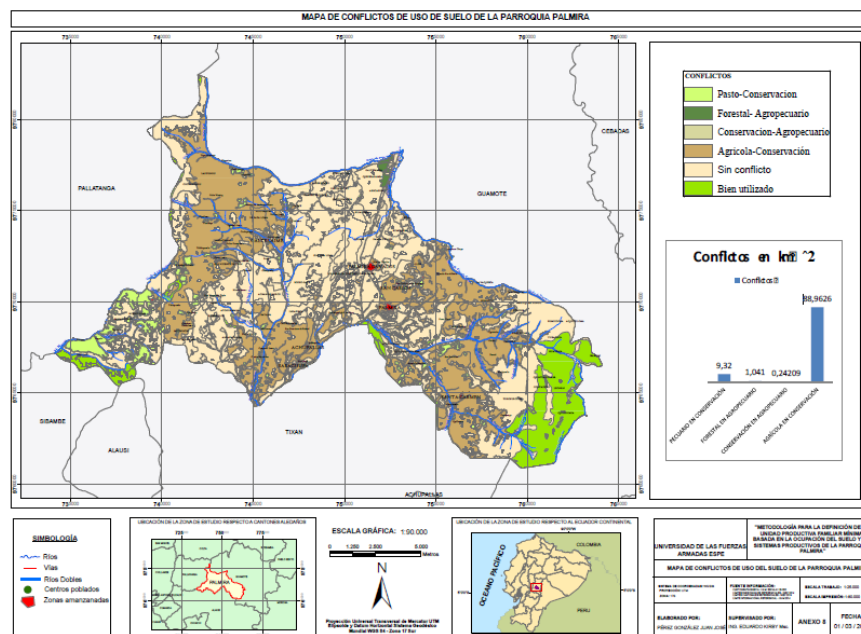


Figura 64 Mapa de conflictos de uso

El color verde limón, muestra el área de la parroquia donde el uso potencial es acorde al uso actual, el color beige por su parte, presenta áreas que no tienen conflicto de uso, es decir están siendo bien utilizadas.

88,96 km² o el 35,82% de la parroquia, se encuentra dentro del conflicto de uso agrícola en suelos de conservación, representado con el color café, lo que muestra la presión que se ejerce sobre el páramo en búsqueda de recursos. En menor proporción, ya que solo se calculó un 3,75%, el uso pecuario también tiene conflicto con uso de conservación (color verde claro), los otros dos conflictos: forestal en agropecuario (color verde oscuro); conservación en agropecuario (color verde pastel) no son representativos ya que sumados solo representan un 0,51% del área total de Palmira.

4.10 RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN DE VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

La evaluación multicriterio realizada por medio del método SAATY (véase 3.9.1.2), permitió homogeneizar las variables socioeconómicas en una sola cobertura, a continuación se muestra el resultado de la ponderación de variables; los coeficientes obtenidos son: el peso de cada variable en el análisis. Para ver el análisis completo véase el Anexo 9.

$$Y = 0,222 X1 + 0,194 X2 + 0,167 X3 + 0,139 X4 + 0,111 X5 + 0,083 X6 + 0,056 X7$$

Dónde:

Y= Estimador resultante de la combinación de las 7 variables (estimador socioeconómico)

X= Variables socioeconómicas ver tabla 3.9

Para complementar el análisis, se presenta la figura 65, con el mapa de clasificación de variables socioeconómicas de la parroquia Palmira y el Anexo 9 cuenta con el mapa en su tamaño original.

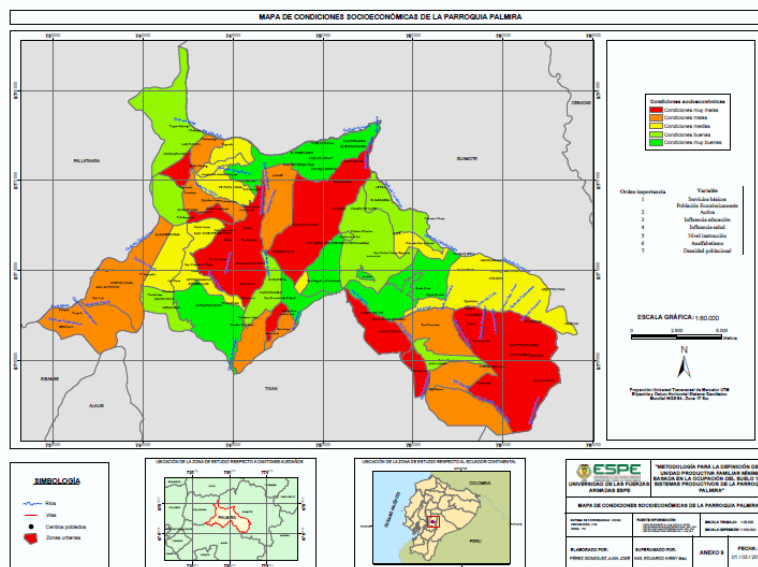


Figura 65 Mapa de clasificación de variables socioeconómicas

El resultado muestra una reclasificación de la parroquia dividida por circuito censal en base a sus condiciones socioeconómicas. Las tonalidades verdes muestran las zonas donde las condiciones socioeconómicas se presentan buenas en relación con el resto de la parroquia. El color amarillo representa zonas donde las condiciones son medias y el color rojo y naranja donde no se encuentran condiciones socioeconómicas favorables.

Por ejemplo: El circuito censal correspondiente a la zona urbana de Palmira (figura 66) presenta las condiciones socioeconómicas presentadas a continuación en la tabla 29

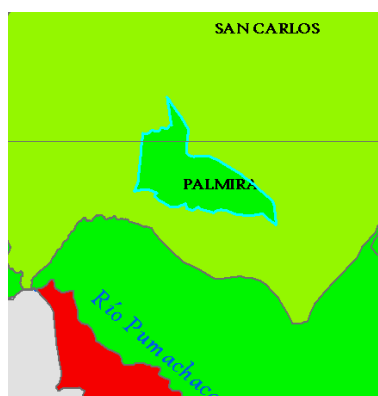


Figura 66 Condiciones de la cabecera parroquial

Tabla 29
Condiciones de la cabecera parroquial

Variable	DESCRIPCIÓN	VALOR
Servicios básicos	disponibilidad de servicios básicos de acuerdo con las siguientes variables: agua, luz eléctrica, eliminación de excretas y recolección de basura	ALTO
Población Económicamente Activa (PEA)	Población ocupada según el sector de la economía en la cual se inserta	MEDIO
Influencia educación	Área de alcance del servicio de una unidad de educación a partir de un radio de 10 km	ALTO
Influencia salud	Área de alcance a una unidad de salud a partir de un radio de 10 km	ALTO
Nivel instrucción	Máximo nivel educativo que cursa o curso una persona	PRIMARIA
Analfabetismo	Porcentaje de población analfabeta entre 15 años y más de edad	MUY ALTO
Densidad poblacional	Número promedio de habitantes por cada kilómetro cuadrado de territorio dentro de un sector censal	MUY ALTO

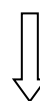
4.11 RESULTADO DE CÁLCULO DE ZONAS HOMOGÉNEAS

Al combinarse, la cobertura Capacidad de Uso de las Tierras (variables agroecológicas) y la cobertura de variables socioeconómicas, se obtiene como resultado una nueva cobertura que clasifica al territorio en 15 zonas que se describen a continuación con la tabla 30

Tabla 30
Clasificación de zonas homogéneas

CLASE VI-1 Suelos con limitantes muy severas que restringen la elección de cultivos o requieren de un manejo muy cuidadoso o ambos, Con condiciones socioeconómicas muy bajas

CLASE VI-2 Suelos con limitantes muy severas que restringen la elección de cultivos o requieren de un manejo muy cuidadoso o ambos, Con condiciones socioeconómicas bajas



<p>CLASE VI-3 Suelos con limitantes muy severas que restringen la elección de cultivos o requieren de un manejo muy cuidadoso o ambos, Con condiciones socioeconómicas medias</p>
<p>CLASE VI-4. Suelos con limitantes muy severas que restringen la elección de cultivos o requieren de un manejo muy cuidadoso o ambos, Con condiciones socioeconómicas altas</p>
<p>CLASE VI-5 Suelos con limitantes muy severas que restringen la elección de cultivos o requieren de un manejo muy cuidadoso o ambos, Con condiciones socioeconómicas muy altas</p>
<p>CLASE VII-1Suelos con limitaciones severas que los hacen no aptos para su aprovechamiento bajo cultivos, pero que pueden ser utilizados en la producción de pastos, árboles o vida silvestre o cultivos especiales en cobertura. Con condiciones socioeconómicas muy bajas</p>
<p>CLASE VII-2 Suelos con limitaciones severas que los hacen no aptos para su aprovechamiento bajo cultivos, pero que pueden ser utilizados en la producción de pastos, árboles o vida silvestre o cultivos especiales en cobertura. Con condiciones socioeconómicas bajas</p>
<p>CLASE VII-3Suelos con limitaciones severas que los hacen no aptos para su aprovechamiento bajo cultivos, pero que pueden ser utilizados en la producción de pastos, árboles o vida silvestre o cultivos especiales en cobertura, Con condiciones socioeconómicas medias</p>
<p>CLASE VII-4. Suelos con limitaciones severas que los hacen no aptos para su aprovechamiento bajo cultivos, pero que pueden ser utilizados en la producción de pastos, árboles o vida silvestre o cultivos especiales en cobertura. Con condiciones socioeconómicas altas</p>
<p>CLASE VII-5 Suelos con limitaciones muy severas que los hacen no aptos para cultivos y restringen su uso a la producción de pastos o árboles o vida silvestre. Con condiciones socioeconómicas muy altas</p>
<p>CLASE VIII-1 Suelos con limitaciones muy severas que los hacen no aptos para cultivos y restringen su uso a la producción de pastos o árboles o vida silvestre. Con condiciones socioeconómicas muy bajas</p>
<p>CLASE VIII-2 Suelos con limitaciones muy severas que los hacen no aptos para cultivos y restringen su uso a la producción de pastos o árboles o vida silvestre. Con condiciones socioeconómicas bajas</p>
<p>CLASE VIII-3 Suelos con limitaciones tales que únicamente pueden ser utilizados para recreación o vida silvestre o abastecimiento de agua o propósitos estéticos. Con condiciones socioeconómicas medias</p>



CLASE VIII-4 Suelos con limitaciones tales que únicamente pueden ser utilizados para recreación o vida silvestre o abastecimiento de agua o propósitos estéticos. Con condiciones socioeconómicas altas

CLASE VIII-5 Suelos con limitaciones tales que únicamente pueden ser utilizados para recreación o vida silvestre o abastecimiento de agua o propósitos estéticos. Con condiciones socioeconómicas muy altas

Una vez obtenidas zonas que integran la variable socioeconómica y agroecológica, el siguiente resultado es zonificar la cobertura agropecuaria (cultivos, pasto cultivado, huerta familiar: obtenidas en 4.8) de la parroquia sobre las zonas homogéneas. La figura 67 ejemplifica lo expuesto y el Anexo 10 presenta el resultado ampliado.

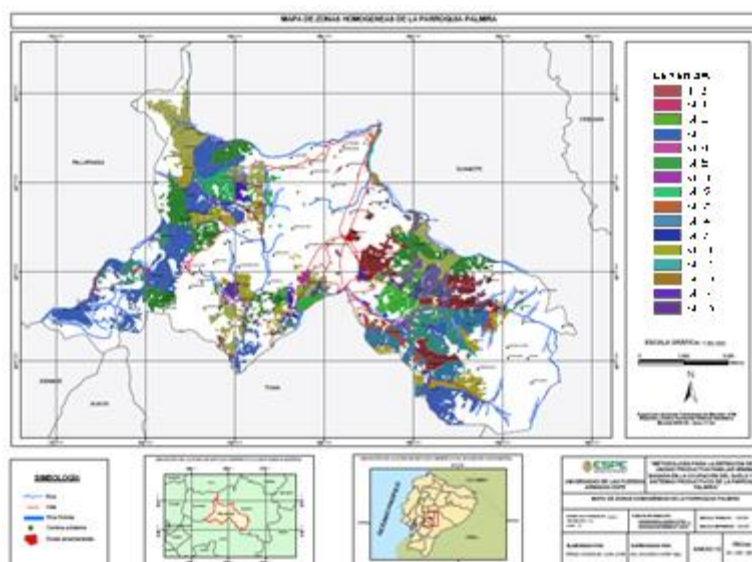


Figura 67 Cultivos de la parroquia con respecto a zonas homogéneas

4.12 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LA UNIDAD PRODUCTIVA FAMILIAR MÍNIMA

Obtenidas las zonas a muestrearse (zonas homogéneas) el siguiente paso fue calcular el número de muestra para hacer la encuesta.

El resultado de la prueba piloto fue de 15 encuestas, con ellas se procedió a calcular el valor de P, mismo que se usó para cuantificar el tamaño de muestra apropiadamente, para mayor detalle de las preguntas realizadas véase el Anexo 14.

Al evaluar los resultados de la encuesta, se obtuvo que el 90% de las respuestas eran similares, ese resultado fijo el valor de P en 0.9

Usando la ecuación:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Se determinó un tamaño de muestra de 136.

A continuación se buscaron comunidades que estén dentro de cada zona homogénea para aplicar la encuesta. La figura 68 presenta la distribución de comunidades sobre las zonas homogéneas, el Anexo 11 amplifica mencionada información.

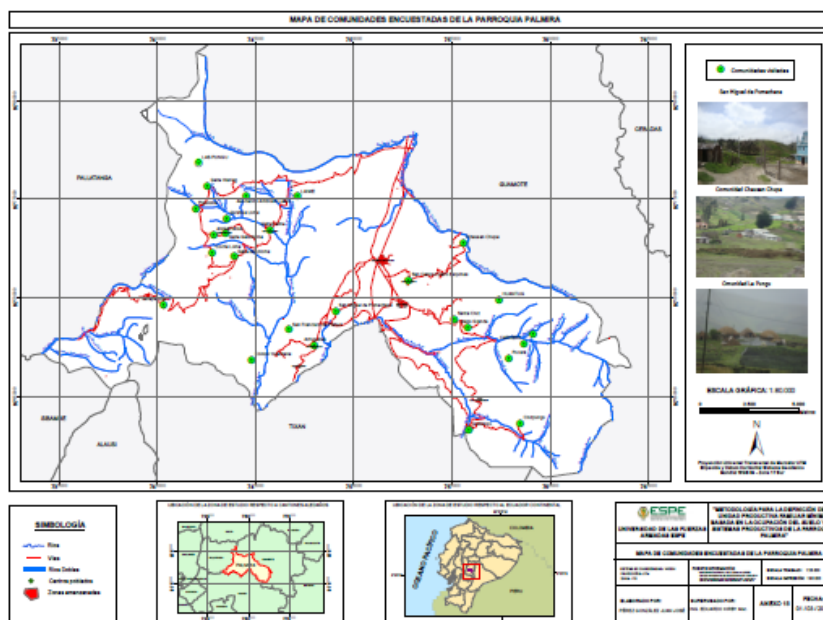


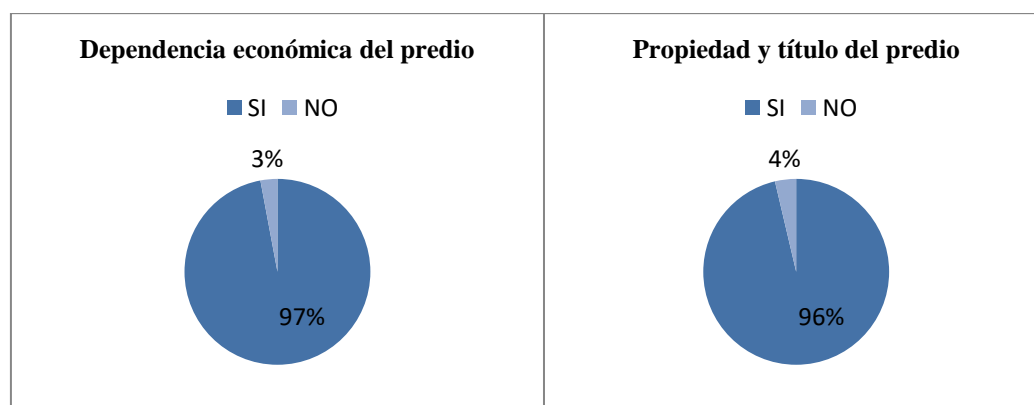
Figura 68 Comunidades visitadas para realizar la encuesta

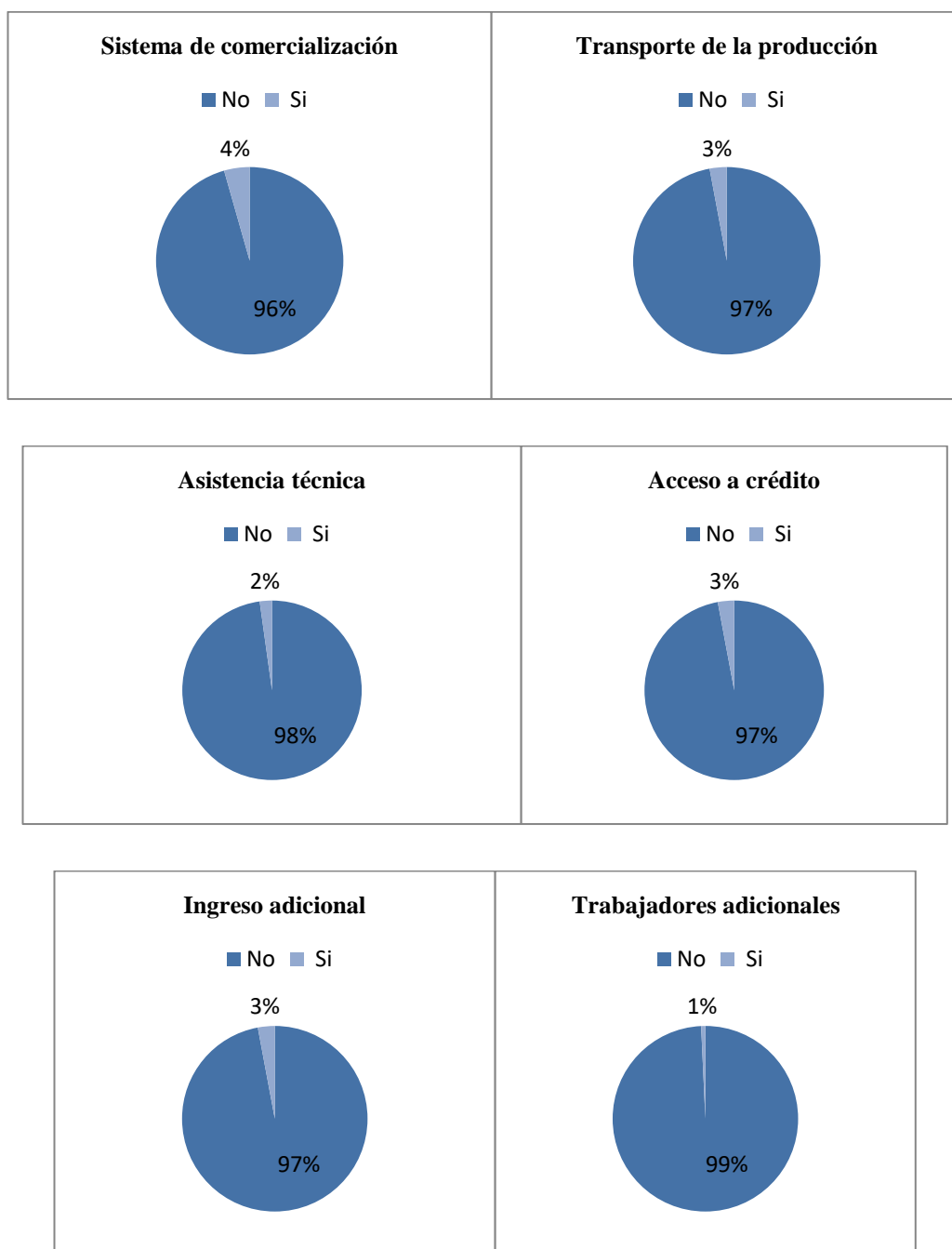
La tabla 31 es un resumen de las comunidades visitadas y su correspondiente zona homogénea.

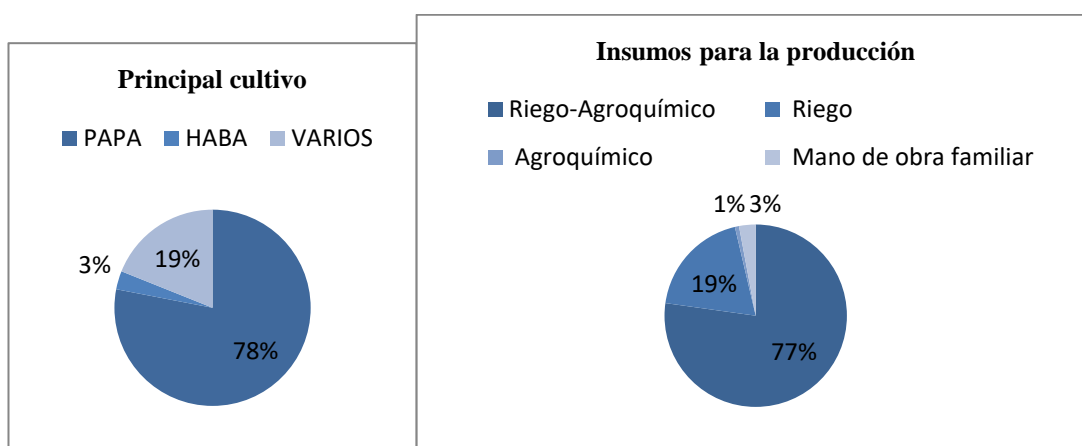
Tabla 31
Comunidades dentro de la zona homogénea

UBICACIÓN	Zona Homogénea
Atapo Culebrillas	1 VI
Atapo Santa Elena	1 VII
Galte Laime	1 VIII
Atapo Chico Quilloturo	2 VI
Sarachupa	2 VII
Cashapungu - Galte Visniag	2 VIII
Galte Jatunloma	3 VI
Atapo Grande - Atapo Quichalan	3 VII
San Vicente de Tipin	3 VIII
Cabecera parroquial	4 VI
Palmira Davalos	4 VII
Chausan chupa - Chauzan San Alfonso - Las Pungu	4 VIII
San Miguel de Pumachaca	5 VI
San Franciso de Pishud	5 VII
Paramo Ambrosio Lasso	5 VIII

Los resultados de la encuesta se presentan a continuación







Las preguntas más relacionadas al cálculo de la UPF, se detallan en la tabla 32

Tabla 32
Resumen de estadísticas relevantes de la encuesta

Cuántas personas promedio dependen por predio	Ingreso anual promedio de los productores	Hectáreas promedio por encuestado	Porcentaje de producción vendida promedio
5	USD \$ 3410	5,33	92%

El cálculo de la UPF, se realizó sobre cada una de las zonas homogéneas, identificando la encuesta que lograba generar dos salarios básicos y excedente, con una determinada cantidad de terreno. Los resultados se recogieron por año, ya que así es la manera en la que los productores de Palmira manejan sus finanzas. Por lo tanto US \$ 9.000 es el valor que como mínimo debería generar un agricultor para que su predio sea considerado económicamente sostenible (véase 2.10). Se encontró en dos encuestas el cumplimiento de esta condición, ambas en la misma zona, una con 10 ha y otra con 15ha, por lo que de las 15 zonas homogéneas solo se pudo encontrar una UPF mínima. Estos dos análisis demostraron que a nivel predial, no se logró encontrar productores que cuenten con una producción sostenible, a excepción de dos productores que representan al 1% de los encuestados, el restante 99% de encuestados no generan dos salarios básicos por mes con la extensión actual del predio.

El resultado se muestra en la figura 69 y el Anexo 12

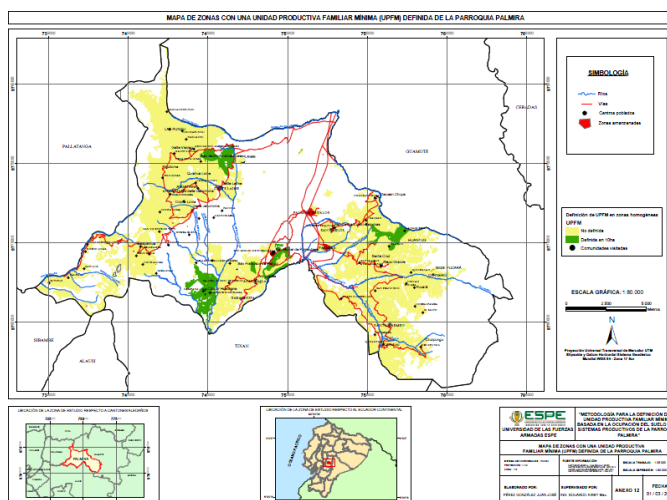


Figura 69 UPFM Definida en zonas homogéneas

Características de la zona homogénea VIII-5 a continuación se describen mediante las tablas 31 y 32 las condiciones agroecológicas y socioeconómicas que presenta esta zona

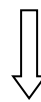
Tabla 33
Condiciones agroecológicas de la zona VIII-2

Pendiente		Textura	Drenaje	Profundidad	Materia Orgánica
MEDIA A FUERTE	55 a 40 %	ARENO FRANCOSO	EXCESIVO	SUPERFICIAL	BAJO (SIERRA)
Pedregosidad	Toxicidad	PH	Salinidad	Humedad	Clima
SIN	SIN O NULA	MEDIANAMENTE ALCALINO	NO SALINO	ISOMESICO	ADVERSO

Resumen: SUELOS ARENO FRANCOSOS, CON EXCESIVO DRENAJE, SUPERFICIALES, PH MEDIANAMENTE ALCALINO, FERTILIDAD BAJA.

Tabla 32: Condiciones socioeconómicas de la zona VIII-5

DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS BASICOS	POBLACION OCUPADA SEGUN EL SECTOR DE LA ECONOMIA EN LA CUAL SE INSERTA
MEDIA	VALORES ALTOS DE POBLACION OCUPADA
MAXIMO NIVEL EDUCATIVO QUE CURSA O CURSO	AREA DE ALCANCE DEL SERVICIO DE UNA UNIDAD DE EDUCACION
PRIMARIA	ALTO
PORCENTAJE DE POBLACION ANALFABETA ENTRE 55 ADOS Y MAS DE EDAD	AREA DE ALCANCE DEL SERVICIO DE UNA UNIDAD DE SALUD



MUY ALTO	BAJA
NUMERO PROMEDIO DE HABITANTES POR CADA KILOMETRO CUADRADO	
ALTA	

Es relevante señalar que la única zona que se encontró producción superior a dos salarios básicos, posee condiciones no aptas para el desarrollo de la actividad agropecuaria, ya que se encuentra en una zona de conservación y el desarrollo de actividades agropecuarias posee altas limitaciones, resumiéndose en que los suelos poseen poca fertilidad y el clima es adverso, por ejemplo susceptible a heladas, además, el número de persona dependientes en cada predio encuestado fue de 6 y 8 respectivamente.

Simulación de áreas mínimas en el resto de zonas.

La figura 70 muestra el cálculo de simulación de UPF mínima (Anexo 13) realizado para cada zona homogénea.

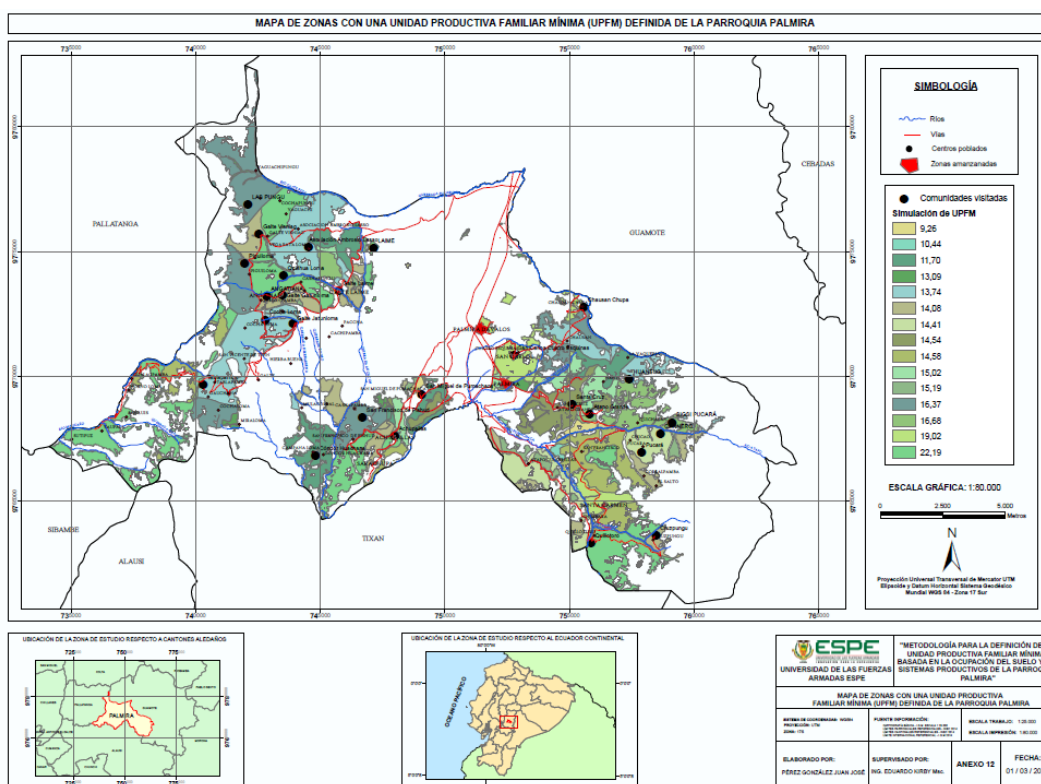


Figura 70 Cálculo del ingreso en zonas homogéneas

A continuación la tabla 34 muestra los resultados de simular una UPF mínima para cada zona homogénea.

Tabla 34
Simulación de UPF mínima

ZONA	INGRESO NETO PROMEDIO	HECTÁREA PROMEDIO	RENTA IDEAL USD	DÉFICIT USD	SIMULACIÓN ÁREA	ÁREA FALTANTE
1 VI	2606,08	4,4	9000	6393,92	15,20	10,80
1 VII	2653,17	4,25	9000	6346,83	14,42	10,17
1 VIII	3940,33	6,17	9000	5059,67	14,09	7,92
2 VI	3014,50	3,5	9000	5985,50	10,45	6,95
2 VII	2468,67	4,00	9000	6531,33	14,58	10,58
2 VIII	2298,17	5,67	9000	6701,83	22,19	16,52
3 VI	4534,89	4,67	9000	4465,11	9,26	4,59
3 VII	2535,00	4,7	9000	6465,00	16,69	11,99
3 VIII	4256,67	6,5	9000	4743,33	13,74	7,24
4 VI	2817,90	4,1	9000	6182,10	13,09	8,99
4 VII	1892,67	4	9000	7107,33	19,02	15,02
4 VIII	3187,55	5,8	9000	5812,45	16,38	10,58
5 VI	3466,20	5,6	9000	5533,80	14,54	8,94
5 VII	2755,60	4,6	9000	6244,40	15,02	10,42
5 VIII	8787,57	11,43	9000	212,43	11,70	0,28

En zonas como la 2 VIII, es necesario contar con 22 ha, por productor para realizar agricultura sostenible, esta zona mediante el levantamiento de información mostro que en promedio tiene 5 ha por productor, mostrando la rentabilidad más baja por hectárea sobre los predios encuestados. En promedio en esta zona se deberían juntar 4 predios para ser rentables. La zona homogénea 5 VIII, fue la que mejor condiciones presentó, seguida de la zona 3 VI, que dentro de sus resultados presenta la necesidad de duplicar su tamaño para alcanzar los valores de rentabilidad asumidos.

4.13 PROPUESTA DE MEJORA DE LA RENTABILIDAD

La propuesta de mejora, se basa en dos importantes criterios: condicionantes y oportunidades (tabla 35)

Para definir a los condicionantes encontrados, fue necesario realizar el proceso de levantamiento de información por medio de las encuestas de campo; además de datos cuantitativos, la percepción cualitativa de la realidad del territorio, forma parte importante del siguiente análisis.

Tabla 35
Condicionantes y oportunidades para la mejora de la rentabilidad

CONDICIONANTES	OPORTUNIDADES
Extensión de predios	Producción de leche
Índice de productividad	Ganado Ovino
Suelos con uso no apto y en proceso de degradación	Propiedad y legalidad de los predios
Precio de los productos	Acceso a insumos
Acceso a financiación o asistencia	Feria de Guamote
Nivel de Asociatividad	Desarrollo de canastas básicas locales
Acceso a transporte y comercialización	Asociatividad

La figura 70 contiene la propuesta de Unidades Productivas Familiares Mínimas (UPFM), más este ejercicio es insuficiente ya que las áreas de producción no se pueden extender, la variable que aún no se ha analizado es la incorporación de tecnología para la producción. Al no poder extenderse las áreas la principal alternativa para la mejora de la rentabilidad es la inclusión de insumos tecnológicos.

- 1. Elaboración de una propuesta de comercialización alternativa.** En la gran feria que se realiza los días jueves, la cabecera cantonal de Guamote se convierte en un extenso mercado, en donde acuden comerciantes de varios cantones y provincias. Sin embargo, el poder de negociación está en los intermediarios que terminan acaparando el mayor porcentaje de ganancia, mientras el productor apenas cubre los costos. En ese contexto se propone fortalecer los circuitos comerciales alternativos, para lograrlo se necesitaría una

empresa pública o de economía mixta que permita asociar y agremiar a los productores, esta empresa se encargaría de acopiar, transportar y comercializar la producción sea en la feria de Guamate o en otros mercados como el de Riobamba.

2. **Desarrollar un proyecto en el que se vincule la producción del ganado ovino.** En Palmira es común la crianza de ovejas en las familias campesinas. El ovino es una reserva de las familias para solventar cualquier necesidad mediante su venta en la feria de animales. Por el momento no existe un proyecto que permita avanzar en la cadena productiva de este animal, dada su importancia, se propone asociar a los ganaderos y por medio de asistencia técnica o crédito, incentivar la pequeña empresa textil en Palmira.
3. **Propuesta de diversificación productiva y generación de valor agregado a partir de la producción de papa, haba, chocho, cebada.** Mediante un trabajo conjunto con el GAD parroquial – cantonal, generar una ordenanza para crear valor agregado sobre estos productos, limpieza, corte o enfundar las producciones son solo pequeños ejemplos de cómo se puede incluir en la producción
4. **Recuperación de suelo y cambio en los patrones de cultivo hacia sistemas sostenibles.** Palmira, caracterizada por una reforma agraria exitosa, hoy se encuentra frente a un nuevo reto, la infertilidad del suelo causada por el uso intensivo. Esta propuesta tiene una doble línea de acción. Primeramente, alineado al concionante de sustentabilidad y sostenibilidad ambiental y al derecho de restauración de tierras (Art. 72) establecido en la Constitución de la República, implica una propuesta que pretende curar la tierra y dejarla descansar, posiblemente mediante compensaciones a los agricultores u otras alternativas. Se requiere el apoyo de la cooperación nacional e internacional para solventar los costos. En segundo lugar, la propuesta permite mejorar productividad, garantizando la soberanía alimentaria de los habitantes.

5. Diversificación productiva de derivados de leche. Se propone avanzar en la cadena productiva para la elaboración y comercialización de quesos de buena calidad que puedan mantenerse en el mercado. En la parroquia la producción de leche se destina a la venta para grandes empresas, es evidente que las ganancias para los productores son mínimas (0,36 centavos/litro) en relación al precio final de venta, con lo cual se debe evaluar técnicamente si otro tipo de producción llega a ser más rentable. Se debe tomar en cuenta que esta industria tendrá en el futuro un competidor muy fuerte a partir de la puesta en marcha del acuerdo comercial con la Unión Europea - UE.

6. Acceso a crédito y asistencia técnica

Los resultados de la pregunta 8 de la encuesta muestran que solo el 2% de los productores reciben asistencia técnica y apenas 3% crédito productivo. En cuanto a la asistencia técnica, el primer actor a involucrarse debería ser el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), por ser la autoridad agraria Nacional. Una propuesta, es la visita periódica con sus respectivos registros de personal técnico que capacite a 000los productores en temas de elevación de la productividad con buenas prácticas agrícolas, por medio de un convenio entre el Gobierno Parroquial y el Ministerio, se puede formalizar esta alianza. En el tema de acceso a crédito, este debiera ser a bajo interés y con varios años de plazo y los actores, deben provenir del sector privado como: bancos, cajas de ahorro, cooperativas de ahorro y crédito entre otros. Esta propuesta sería transversal a todas las demás ya que el factor económico es primordial para el desarrollo de cualquiera de las propuestas planteadas.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES

Este proyecto desde su diseño, se dividió en dos importantes procesos. El primero fue el análisis de la ocupación de suelo (sección 2.4); el segundo, el análisis de los sistemas de producción de Palmira (sección 2.8), ambos estudios, proponen ser un fundamento técnico que se anexa a la propuesta de la Ley de Tierras y Territorios Ancestrales (detallada en la sección 2.10.3), que habla de la redistribución de tierras rurales para campesinos pertenecientes a la agricultura familiar campesina; que no cuentan con tierra productiva o que la extensión con la que cuentan sea menor a la UPF.

La UPF definida en la sección 2.9, determina dos condiciones clave: la generación del ingreso familiar y un excedente, destinado al mejoramiento del sistema de producción.

En base a lo expuesto se planteó el siguiente **Objetivo general:**

- Proponer una Metodología para la definición de la mínima Unidad Productiva Familiar (UPF) a través de la ocupación del suelo y los sistemas productivos con la finalidad de mejorar de la rentabilidad de cultivos de subsistencia en la parroquia Palmira. Es así que se llegó a las siguientes conclusiones:

Conclusiones:

- Para poder aplicar la metodología propuesta, fue necesario recopilar información secundaria (véase 3.1) y primaria (véase 3.10.1), en donde se

analiza a la parroquia Palmira desde las variables socioeconómicas y agroecológicas.

- Se determinaron 16 zonas homogéneas (ver 4.11) para el análisis de la cuantificación de ingresos. Solo en una zona homogénea, existen condiciones para generar dos salarios básicos como propone la Ley (véase Anexo 12 y 12A). Sobre las restantes 15 zonas homogéneas, se realizó una simulación de área mínima para cuantificar cuanta más extensión se necesita en promedio, sobre cada zona.
- Esta metodología puede ser replicada en cualquier territorio del país, siempre que se sigan los procedimientos metodológicos propuestos en la figura 3.1.

Con la finalidad de alcanzar el objetivo general, se han planteado los siguientes objetivos específicos.

Objetivo específico 1: Analizar y definir la leyenda temática y unidad mínima de mapeo para escala 1:25.000 en base al Sistema Integrado para la Ocupación del Suelo en España y/o catálogo de objetos acorde a la escala.

Este objetivo fue el comienzo del análisis de la ocupación de suelo, aquí se definirían la unidad mínima visible que tendrán los mapas resultantes, y la leyenda propuesta para la clasificación de cobertura, adicionalmente se determinan las clases con las que se clasificará el uso del suelo. Para este objetivo, se definieron las siguientes conclusiones:

Conclusiones:

- Al realizarse un análisis de leyendas temáticas, la leyenda adaptada del SIOSE (ver tabla 4.1) fue la que mejor se adaptó a la zona de estudio sobre la leyenda jerárquica Corine Land Cover de 5 niveles (tabla 3.3). Fue necesario realizar un acercamiento a campo previo la definición de la leyenda temática.
- Las clases que se incluyeron dentro de leyenda adaptada del SIOSE, tuvieron modificaciones de: nombre, códigos y abreviaciones, debido a la necesidad de ajustar clases que no se encuentran en SIOSE pero si en Palmira (véase el

Anexo 5B), por ejemplo: páramo. Para sustentar estos cambios se usó la publicación realizada por SENPLADES en el año 2013: Catálogo Nacional de Objetos Cartográficos.

- La definición de la Unidad Mínima de Mapeo (UMM) detallada en la sección 2.3.3.2, implica definir previamente el dato de percepción del ojo humano, para esta investigación se decidió trabajar con 4mm, porque al hacerlo el cálculo se fijaría en 1 ha. La hectárea es una de las unidades más convenientes para la definición de áreas para la producción agropecuaria y dado que el principal enfoque de esta investigación era el análisis de la estructura productiva de Palmira, se optó por este dato por sobre 5mm, también ampliamente usado para definir UMM.
- **Objetivo específico 2:** Generar el mapa de cobertura del suelo para escala 1:25.000 mediante sistemas de clasificación automática orientada a objetos con la finalidad de evaluar la información existente en la parroquia.

El mapa de cobertura, representa el insumo más importante del estudio de ocupación de suelo, para su elaboración, fue necesario usar los resultados obtenidos del objetivo específico uno y procesos adicionales relacionados al tratamiento de imágenes satelitales (ver 2.2.3) y a métodos de clasificación de las mismas (sección 2.31). De esta manera se concluye lo siguiente:

Conclusiones:

- La cobertura del suelo de la parroquia Palmira, presentó dificultades para ser clasificada, por la poca claridad para discernir entre coberturas, las coberturas: pastizal y cultivo, fueron las más difíciles de discernir entre, por esa razón se tomaron 1238 muestras de pastizal y 2102 muestras de cultivo (ver sección 3.5.3), en total se seleccionaron 7336 muestras para clasificar la imagen Rapid Eye.
- Luego de la validación de campo, al reclasificarse la imagen, la cobertura más relevante, fue la de cultivos, con 77,24 km² (tabla 4.3), siendo el área total de

la parroquia de 248,30 km², cultivos representa el 31% de la de la cobertura de la parroquia y se ubica como la más grande.

- Otras coberturas (tabla 4.3) referentes a cultivos como: pasto cultivado y huerta familiar alcanzaron áreas de: 11.67 km² y 10,48 km² respectivamente, en porcentaje, 8,9 % del total de la parroquia.
- **Objetivo específico 3:** Elaborar el mapa de uso del suelo de la parroquia de estudio para la obtención del mapa de ocupación del suelo 1:25.000

A partir de una reclasificación del mapa de cobertura, se genera el mapa de uso de suelo y una vez obtenidos ambos, se genera un mapa único, el mapa de ocupación de suelo, que describe al territorio en base a como está cubierto y como está siendo usado. Obteniendo las siguientes conclusiones:

Conclusiones:

- Al reconocer el uso del suelo en campo, se pudo identificar que muchos pastizales de la parroquia son usados para la actividad pecuaria, por lo que se decidió reclasificar al pastizal con uso mixto: pecuario y conservación (véase tabla 3.4), esta denominación surgió de observar la cotidianidad de los productores y de preguntas en campo.
- Sobre el análisis de uso de suelo en la parroquia Palmira, la sección 4.9 presenta los siguientes resultados: el uso predominante es agrícola, mismo que alcanza un 35,32 % de la totalidad del área parroquial, este porcentaje proviene de sumar las áreas de la cobertura cultivos y huerta familiar; el uso pecuario alcanza un 4,70%. La parroquia Palmira destina su suelo a actividades agropecuarias en un 40%
- El páramo es la principal cobertura que cumple con el uso de conservación, también dentro de esta clasificación está la cobertura matorral, ambas representan el 21,34% del área de la parroquia (véase 4.8) y se catalogan con un uso de conservación. Si bien es cierto los habitantes de Palmira valoran al páramo por su función ambiental, existe alta presión sobre esta cobertura.

- **Objetivo específico 4:** Estudiar y definir los predominantes sistemas productivos de la parroquia en base a la recopilación de información primaria y secundaria con el objeto de fomentar el desarrollo de las cadenas productivas.

El análisis de los sistemas productivos permitió definir los principales métodos que usan los productores de Palmira para realizar la actividad agropecuaria. El levantamiento de información primaria, por medio de encuestas, permitió evidenciar algunos condicionantes que tienen los productores para llevar a cabo sus actividades. Determinando las conclusiones que se detallan a continuación:

Conclusiones:

- Con base en la recolección de datos en campo (véase 3.10.2) y el análisis de información secundaria (ver figura 3.21), se concluye que el predominante y prácticamente único sistema productivo encontrado en la parroquia Palmira es el marginal o cultivos de subsistencia, donde se definieron a los cultivos de: papa, haba, chocho, avena y cebada (ver 4.12), como los que mayor potencial tienen para proponer un modelo de cadena productivo que genere valor agregado.
- Además de los cultivos, la producción de leche constituye el ingreso fijo con el que cuentan los productores, el procesamiento de los derivados de leche es, según dirigentes del gobierno parroquial, una de las alternativas de desarrollo para los cultivos de subsistencia (véase 4.13).
- **Objetivo específico 5:** Analizar y definir la Unidad Productiva Familiar mínima (UPF) en base al análisis espacial de variables geopedológicas con el fin de otorgar a las entidades de planificación criterios técnicos válidos que incentiven el fomento productivo de los pequeños agricultores.

Como se indica en la sección 3.10.1, fue necesario realizar 136 encuestas,

distribuidas en 21 comunidades de la parroquia Palmira, las preguntas diseñadas en la encuesta se dividieron en dos grupos: preguntas de carácter cualitativo, y cuantitativo (ver Anexo 15). En referencia a este objetivo se llegaron a las siguientes conclusiones:

Conclusiones:

- Por medio de la zonificación de condiciones homogéneas en la parroquia y posterior desarrollo de la encuesta de campo, se pudo identificar que el 99% de productores (ver 4.12), no logran generar la condición de dos salarios básicos como propone la Ley de Tierras y Territorios Ancestrales con su actual Unidad Productiva Familiar.
- Las únicas dos encuestas que generan dos salarios básicos a lo largo del año, se registraron durante la visita a la comunidad Ambrosio Lasso, aquí se elaboraron 8 encuestas, el promedio de ingreso fue de USD \$ 8787 (tabla 4.12), cabe señalar que, las encuestas tienen 8 y 6 personas dependientes de la producción del predio (ver tabla 4.11), lo que los posiciona al igual que a todos los encuestados bajo la línea de pobreza (\$ 84,68 mensuales) Palmira tiene una incidencia de pobreza por necesidades básicas insatisfechas al año 2010 de 98% (véase 1.1).
- Los productores no llevan registros claros de sus producciones, por momentos, se evidenció alta incapacidad para responder las preguntas formuladas.
- Esta investigación no logró encontrar un área mínima de producción en cada una de las 15 zonas homogéneas por medio de las encuestas, sin embargo en base a los promedios de extensión predial de cada zona (tabla 4.12) se realizó una simulación del área del predio mínima para generar dos salarios básicos y excedente. De la misma tabla 4.12, se extraen valores máximos de áreas faltantes que alcanzan más de 10 hectáreas en 5 de las 15 zonas.

El objetivo específico 6 corresponde a la fase de propuesta, misma que elabora una serie de recomendaciones vinculadas al análisis llevado a cabo con esta investigación.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda analizar otros métodos de clasificación automática orientada a objetos en diferentes plataformas geo informáticas, como por ejemplo el módulo Rule Based Feature Extraction Workflow
- Para alcanzar mejores resultados clasificando una imagen, por el método automático orientado a objetos, se recomienda tomar muestras en las fronteras que dividen a las coberturas con el fin de que el software discrimine mejor las clases al momento de clasificarlas.
- Se sugiere realizar una visita de campo previo al proceso de validación de información, con la finalidad de evaluar las dinámicas poblacionales (transporte, distancias, precios, clima) de esta manera se pueden abaratar costos y el trabajo puede ser más eficiente.
- No es recomendable realizar una leyenda temática que incluya tipo de cultivo (papa, haba, chocho, entre otros.) ya que estos varían constantemente, solo se podría realizar si la diferencia temporal entre la fecha de toma de la imagen y la comprobación de campo está en un período de 3 a 6 meses.
- Para la visita de campo se sugiere también el contacto con las autoridades pertinentes, con el fin de recibir asesoría y de ser necesario apoyo logístico que facilitará las labores.
- Al momento de reclasificar una imagen satelital, se sugiere no descartar la clasificación original y concatenar los resultados de la clasificación y la nueva clasificación.
- De ser necesario se recomienda, dividir la imagen en varios segmentos, de esta manera el procesamiento interno no se vuelve lento y ofrece los mismos resultados.
- Se recomienda tener en cuenta la diferencia que exista entre el trabajo de validación de campo y la fecha de toma de la imagen, de ser el caso contactar

a gestores territoriales que estén al tanto de cambios sustanciales en la cobertura del suelo.

- Se sugiere ampliar la búsqueda de métodos para la clasificación del uso de suelo, adicionalmente, se recomienda poner en práctica el concepto de ocupación de suelo en términos de planificación y gestión territorial.
- Para el levantamiento de información, se propone realizar una encuesta piloto que ayude a mejorar posteriormente el método estadístico a emplearse, además de evaluar la pertinencia y grado de aceptación de las preguntas con los encuestados.
- Se sugiere analizar las dinámicas económicas y productivas de la ruralidad ecuatoriana, previo el planteamiento de investigaciones relacionadas a condiciones de vida.
- Se propone continuar con el tema de cuantificaciones de la UPF, teniendo como un acercamiento al cálculo la presente investigación.
- Con el fin de obtener información actualizada en términos socioeconómicos, se recomienda analizar los datos levantados en el programa Registro Social del Ministerio Coordinador de Desarrollo Social, con el fin de obtener información más actual, dado que los datos del censo ya tienen siete años de levantados.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, H., Mora, R., & Vargas, R. (2014). METODOLOGÍA PARA LA CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA DE IMÁGENES ASTER, RAPIDEYE, SPOT 2 Y LANDSAT 8 CON EL MÓDULO FLAASH DEL SOFTWARE ENVI. *Revista Geográfica de América Central*, 39-59. Recuperado el 24 de Septiembre de 2016, de Universidad Nacional de Costa Rica: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/viewFile/6609/6743>
- Arozarena, A. (2008). *TELEDETECCIÓN Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES*. Recuperado el 27 de Febrero de 2017, de http://ocw.upm.es/ingenieria-cartografica-geodesica-y-fotogrametria/topografia-cartografia-y-geodesia/contenidos/TEMA_11_FOTOGAMETRIA_Y_TELEDETECCION/Teledeteccion/microsoft-word-teledeteccion_y_sist_tratamiento_digital_imagenes.pdf
- Asamblea Nacional de Ecuador. (2016). *Ley de Tierras y Territorios Ancestrales*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/images/cms/EdicionImpresa/2016/Marzo/14-03-16/14-03-16-pol-Ley-de-Tierras.pdf>
- Baars, M. (November de 2003). *A comparison between ESRI Geodatabase topology and Laser-Scan Radius Topology*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2016, de http://www.gdmc.nl/publications/2003/Topology_comparison.pdf
- Bermúdez, M. (2007). *Determinación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales y de medios de vida de fincas cafeteras de Colombia, Costa Rica y Nicaragua*. Turrialaba, Costa Rica: Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza.

- Brizuela, A. (2007). Aplicación de métodos de corrección atmosférica de datos. *TELEDETECCIÓN - Hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional*, 207-214.
- Burrough, P. &. (2000). *Principles of Geographical Information Systems Oxford University*. Oxford: Oxford University Press.
- Chiriboga, M. (2015). *Pequeñas Economías*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i4955s.pdf>
- Chuvieco, E. (1996). *Fundamentos de Teledetección*. Madrid: Ediciones RIALP, SA.
- CNC. (2014). *Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización (COOTAD)*. Quito: Autor.
- Cochran, W. (1990). *Técnicas de muestreo*. México: CECSA.
- Congalton. (1998). *Assesing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. New York: Lewis Publishers.
- Denkenberger, R. (10 de Febrero de 2014). *Geodatabase, An Introduction*. Recuperado el 27 de Febrero de 2017, de <http://acct.edu/wp-content/uploads/2014/04/Geodatabase-an-Introduction.pdf>
- Dent, B. (1999). *Cartography thematic map design, fifth edition*. New York: McGraw-Hill.
- EEA. (1995). *CORINE land cover*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2016, de <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>
- Eldrandaly, K. (2007). *EXPERT SYSTEMS, GIS, AND SPATIAL DECISION*. Zagazig: Nova Science Publishers, Inc. Obtenido de http://www.kau.edu.sa/Files/0053593/Researches/28810_ch-08-Eldrandaly-PE.pdf

- Escudero, C. (2014). *Métodos y aplicaciones de la planificación regional y local en América Latina*. Santiago: Naciones Unidas.
- Espinosa, J. (2016). *Metodologías multicriterio para la valoración de bienes inmuebles urbanos en una zona piloto de la ciudad de Quito*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- European network for rural development. (2013). *Agricultura Familiar*. Recuperado el 15 de Enero de 2017, de https://enrd.ec.europa.eu/sites/enrd/files/PublicationENRDperiodical-17_es.pdf
- FAO. (2001). *Sistemas de producción agropecuaria y pobreza*. Roma, Italia: FAO y Banco Mundial. Obtenido de <http://www.fao.org/>: <http://www.fao.org/3/a-ac349s.pdf>
- FAO. (2014). *¿Que es la agricultura familiar?* Obtenido de <http://www.fao.org/family-farming-2014/home/what-is-family-farming/es/>
- FAO. (2014). *Año de la Agricultura Familiar*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/019/as281s/as281s.pdf>
- Fedorov, D. (2002). *Automatic Registration and Mosaicking System for Remotely Sensed Imagery*. Recuperado el 6 de Enero de 2017, de <https://vision.ece.ucsb.edu/>: https://vision.ece.ucsb.edu/sites/vision.ece.ucsb.edu/files/publications/02SPIE_Fedorov.pdf
- Foody, G. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 185-201.
- GADPP. (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011*. Obtenido de <http://www.palmira.gob.ec/images/pdf/pdot.pdf>

- Gómez, A., & Sotos, Á. (2006). *Clasificación digital de imágenes por satélite*. Recuperado el 16 de Febrero de 2017, de <http://mural.uv.es/http://mural.uv.es/gislo/telemedida.pdf>
- Herrera, A. (2014). *Determinación de áreas homogéneas en el borde costero de la región de O'higgins: identificación de escenarios tendenciales de desarrollo*. Santiago: Universidad de Chile.
- INEC. (12 de 5 de 2010). *GAD Paroquial Palmira*. Obtenido de <http://palmira.gob.ec/>
- INEGI. (2014). *Sistema de Información Geográfica*. Recuperado el 27 de Febrero de 2017, de <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/internet/sistemainformaciongeografica.pdf>
- JARS. (1996). *Image Processing - Classification*. Recuperado el 15 de Febrero de 2017, de http://www.jars1974.net/pdf/12_Chapter11.pdf
- Klingebiel, A., & Montgomery, P. (1961). *Land capability classification*. Washington: U.S. Government printing office.
- Lagares, P., & Albandoz, J. (2001). *Population and sample*. Recuperado el 28 de Febrero de 2017, de http://optimierung.mathematik.uni-kl.de/mamaeusch/veroeffentlichungen/ver_texte/sampling_en.pdf
- Landis, R., & Koch, G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, 159-174.
- Lencinas, J. (2011). Corrección geométrica de datos satelitales QuickBird, incidencia de los modelos digitales de elevación SRTM-C/X y ASTER GDEM. *Revista internacional de ciencia y tecnología de la información geográfica*, 431-455.
- Londoño, A. P., Kurlat, M. E., & Agüero, M. J. (2014). *Conjunto de Indicadores Socioeconómicos para un Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones*. Obtenido de http://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_22.pdf

- López de Ullibari, G. I., & Pita Fernández, S. (24 de Septiembre de 2001). Medidas de concordancia: el índice de Kappa . Coruña. Obtenido de <https://www.fisterra.com/mbe/investiga/kappa/kappa2.pdf>
- Macho, M. (Febrero de 2002). *¿Qué es la Topología?* Recuperado el 27 de Febrero de 2017, de <http://www.ehu.eus/~mtwmastm/sigma20.pdf>
- Martínez, M. (2010). *La distribución Poisson*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7937/Distribucion%20Poisson.pdf>
- Mather, P. (2008). *REMOTE SENSING AND ENVIRONMENTAL MONITORING* . Nottingham: School of Geography, The University of Nottingham, U.K. .
- Mejía, X., & Moncayo, P. (2012). *Evaluación de métodos de clasificación de imágenes satelitales de moderada y alta resolución para la obtención de mapas de uso y cobertura del suelo basados en píxeles y orientados a objetos: Estudio de caso en sub escena de la parroquia Shushufindi*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations. (22 de 03 de 2013). *File database standards*. Obtenido de https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/data/geographic/bcgw/file_geodatabase_standards.pdf
- MODTRAN. (2016). *About MODTRAN*. Obtenido de http://modtran.spectral.com/modtran_about
- NCGIA. (1990). *The National Center for Geographic Information and Analysis*. Recuperado el 25 de Febrero de 2017, de <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/pubslst.html>
- Pérez, C. (2002). *Manejo de Microcuena y prácticas conservacionistas de suelo y agua*. Chillán, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

- Pérez, C., & Muñoz, Á. (2006). *Teledetección: Nociones y Aplicaciones*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Pidwirny, M. (2006). "Introduction to Geographic Information Systems". Obtenido de <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/2e.html>
- PLANET. (Noviembre de 2016). *PLANET IMAGERY PRODUCT SPECIFICATION: PLANETSCOPE & RAPIDEYE*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2016, de https://www.planet.com/products/satellite-imagery/files/1611.09_Spec_Sheet_Combined_Imagery_Product_Letter_DraftV3.pdf
- PUJ. (2013). *DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES AGRÍCOLAS FAMILIARES (UAF)*. Cali: Instituto Colombiano de Desarrollo Rural y La Universidad Javeriana de Colombia.
- Rodríguez, R. J. (1996). *Teoría básica del muestreo*. Recuperado el 28 de Febrero de 2017, de http://www.rubenjoserodriguez.com.ar/wp-content/uploads/2011/07/Teoria_Basica_del_Muestreo.pdf
- Sarría, F. (2007). *Sistemas de Información Geografica*. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de <http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>
- Shin, J. .C. (2015). *Essentials to Geographic Information*. Nueva York: Flat World Knowledge, Inc. .
- SIISE. (2010). *Estadísticas de desigualdad y pobreza*. Recuperado el 27 de Marzo de 2016, de <http://www.siise.gob.ec/siiseweb/siiseweb.html?sistema=1#>
- SIOSE. (5 de Marzo de 2015). *Descripción del Modelo de Datos y Rótulo SIOSE*. Obtenido de http://www.siose.es/SIOSEtheme-theme/documentos/pdf/Desc_Mod_Datos_Rotulo_SIOSE_v1.1.pdf

SIOSE. (5 de Marzo de 2015). *Documento Técnico SIOSE 2011*. Obtenido de http://www.siose.es/SIOSEtheme-theme/documentos/pdf/Doc_tec_SIOSE2011_v1.1.pdf

SIOSE. (5 de Marzo de 2015). *Manual de Fotointerpretación SIOSE*. Obtenido de http://www.siose.es/SIOSEtheme-theme/documentos/pdf/Man_Fotointerpretacion_SIOSE_v3.1.pdf

Smith, R. (2011). *Productos Stándares de Imágenes*. Recuperado el 02 de Diciembre de 2016, de http://www.geosystems.cc/catalogos/RapidEye_Productos_estandares_de_imagenes.pdf

Tomlinson, R. (2003). *Thinking about GIS. Geographical Information System Planning for Managers*. Wadsworth: ESRI Press.

Valero, L. (2015). *Estudio multitemporal y análisis prospectivo del cambio de uso de suelo y cobertura vegetal en la microcuenca del río Cristal mediante el uso de autómatas celulares*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas.

Villavicencio, J. C. (2010). *Propuesta de área mínima para el sector rural del Cantón Cuenca, con enfoque pecuario*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3315>