

**ESTUDIO DEL CAMBIO DE LA COBERTURA DE SUELO EN EL VOLCÁN
AZUFRAL DEPARTAMENTO DE NARIÑO - COLOMBIA
PERÍODO: 1987-2010**

**JACK ENDRIK PASTRANA MOJICA
ROBERT ARLEY LÓPEZ PINTO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
SAN JUAN DE PASTO
2015**

**ESTUDIO DEL CAMBIO DE LA COBERTURA DE SUELO EN EL VOLCÁN
AZUFRAL DEPARTAMENTO DE NARIÑO-COLOMBIA
PERÍODO-1987-2010**

**JACK ENDRIK PASTRANA MOJICA
ROBERT ARLEY LÓPEZ PINTO**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Geógrafo

Asesor:

**Geógrafo Germán Edmundo Narváez Bravo.
Profesor Asistente Departamento De Geografía - Universidad de Nariño**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
SAN JUAN DE PASTO
2015**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

NOTA DE ACEPTACION

Director

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, Diciembre 2014.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo, principalmente a Dios por habernos dado la vida y la fuerza, para permitirnos llegar a la culminación satisfactoria de nuestra formación profesional.

JACK ENDRIC PASTRANA MOJICA
ROBERT ARLEY LÓPEZ PINTO

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN	14
SUMMARY	16
INTRODUCCIÓN	16
1. PROBLEMA	17
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	17
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
2. JUSTIFICACIÓN	18
3. OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GENERAL	20
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	20
4. MARCO CONTEXTUAL	21
4.1 ÁREA DE ESTUDIO	21
4.2 ANTECEDENTES	23
4.2.1 Antecedentes a nivel internacional.	23
4.2.1.2 Antecedentes a nivel nacional.	25
4.2.1.3 Antecedentes a nivel regional.	27
4.3 MARCO CONCEPTUAL	30
4.3.1 El páramo.	30
4.3.1.2 Selva altoandina.	32
4.3.1.3 Cobertura de suelo o de la tierra.	34
4.3.1.4 Análisis multitemporal.	35
4.3.1.5 Procesamiento digital de imágenes.	36
4.4 MARCO LEGAL	37
5. METODOLOGIA	40
5.1 FASE 1: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.	40
5.1.1 Revisión bibliográfica.	40
5.1.1.2 Realización de la Caracterización socioeconómica general.	40
5.1.1.3 Selección y análisis de la cartografía, aerofotografías, planchas cartográficas, e imágenes satelitales.	40
5.2 FASE 2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES Y AEROFOTOGRAFÍAS.	41
5.2.1 Análisis de aerofotografías.	41
5.2.1.2 Interpretación de la imagen satelital.	42
5.2.1.3 Corrección de corrimiento entre imágenes (Corregistro de imágenes)	43
5.2.1.4 Corrección Radiométrica y Topográfica.....	44
5.2.1.5 Corrección radiométrica y topográfica para imágenes Aster	45
5.2.3 Clasificación de la Imagen.	47
5.2.3.1 Clasificación Supervisada.	48
5.2.3.2 Adaptación de la metodología de Corine Land Cover a la leyenda de los mapas de coberturas.	49

5.2.3.3 Elaboración de los mapas de cambios de cobertura vegetal.	53
5.3 FASE 3 TRABAJO DE CAMPO	56
5.3.1 Recorridos por el área de estudio.	56
5.3.1.1 Verificación de coberturas	57
5.3.1.2 Identificación de factores y sectores estratégicos, Realización de entrevistas.	58
5.4 FASE 4 ANALISIS DE LA INFORMACION Y ESTRUCTURACION DE LOS RESULTADOS.	58
5.4.1 Depuración de la información secundaria.....	58
5.4.1.1 Caracterización socioeconómica.	58
5.4.1.2 Elaboración de los mapas.....	59
5.4.2 Depuración de la información primaria.	59
6. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA GENERAL	60
6.1 División político administrativa.	60
6.1.2 Actividades productivas.	61
6.1.2.1 Demografía.	66
7. DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE COBERTURA DE LA TIERRA.	68
7.1 Territorios Artificializados.	68
7.1.1 Zonas urbanizadas.....	68
7.1.2 Zonas de extracción minera y escombreras.	69
7.1.2.1 Zonas de extracción minera-cantera de arena.	69
7.2 Territorios Agrícolas.	70
7.1.3 Pastos.	70
7.1.4 Áreas agrícolas heterogéneas	72
7.1.5 Bosques y áreas seminaturales.	75
7.1.6 Bosques.	75
7.1.7 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva.	77
7.1.8 Áreas abiertas, sin o con poca vegetación.	80
7.1.9 Áreas Húmedas.	80
7.1.9.1 Áreas Húmedas Continentales.	80
7.1.10 Superficies de agua.	81
7.1.10.1 Aguas Continentales.	81
7.2 COBERTURA DE LA TIERRA AÑO 2010	81
7.2.1 Tejido urbano continuo (TZuc).	84
7.2.1.1 Tejido urbano discontinuo (TZud).	84
7.2.2 Zona de extracción minera -cantera de arena (TZem).	85
7.2.3 Pastos limpios (TApl1).	85
7.2.3.1 Pastos enmalezados (TApe2).	86
7.2.3.2 Pastos y arbustos (TApa3).	86
7.2.4 Mosaico de pastos y cultivos (TAHm1).	87
7.2.4.1 Mosaico de pastos cultivos y espacios naturales -arbustos (TAHm2).	88
7.2.4.2 Mosaico de pastos y espacios naturales–arbustos (TAHm3).	88
7.2.4.3 Mosaico de pastos y espacios naturales-bosque ripario (TAHm4).	89
7.2.4.4 Mosaico de pastos y espacios naturales-bosque achaparrado (TAHm5).	90
7.2.4.5 Mosaico de pastos y espacios naturales-pajonal arbustal (TAHm6).	91
7.2.4.6 Mosaico de pastos y espacios naturales-pajonal (TAHm7).	92
7.2.5 Bosque natural denso (BSbnd).	92
7.2.5.1 Bosque natural fragmentado (BSbnf).	93
7.2.5.2 Bosque ripario (BSbr).	94
7.2.5.3 Bosque plantado (BSbp).	95
7.2.6 Arbustos (BSvha). (BSvhab).	95
7.2.7 Vegetación de subpáramo (BSvP).	96
7.2.7.1 Vegetación de páramo–arbustal (BSvP1).	97

7.2.7.2 Vegetación de páramo-bosque achaparrado fragmentado (BSvP3f).....	97
7.2.7.3 Vegetación de Páramo-Bosque Achaparrado (BSvP3).....	98
7.2.7.4 Vegetación de páramo-pajonal arbustal (BSvP2).....	99
7.2.7.5 Vegetación de páramo-pajonal (BSvP4).....	100
7.2.7.6 Vegetación de Páramo-Pajonal Frailejónal (BSvP5).....	101
7.2.7.7 Vegetación de superpáramo (BSvPs).....	101
7.2.8 Tierras desnudas y degradadas-azufreras (BSatd).....	102
7.2.9 Turbera (Aht).....	102
7.2.10 Lagos, lagunas y ciénagas naturales (SAclc).....	103
7.3 PRINCIPALES COBERTURAS DE SUELO PARA LOS AÑOS, 1987-1997-2002.....	104
 8 PRESENTACION DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA.....	108
8.1 TIPOS DE CAMBIOS DE COBERTURA Y FACTORES OCURRIDOS DENTRO DE LOS PERIODOS DE ESTUDIO.....	113
8.2 Anegamiento.....	113
8.2.1 Anegamiento (periodo 1987-2010).....	114
8.3 Explotación forestal en páramo.....	114
8.3.1 Explotación forestal en páramo (periodo 1987-1997).....	114
8.3.2 Explotación forestal en páramo (periodo 1987-2010).....	115
8.4 Expansión de cobertura boscosa en páramo.....	115
8.4.1 Expansión cobertura boscosa en páramo (periodo 1987-1997).....	116
8.4.2 Expansión cobertura boscosa en páramo (periodo 1997-2002).....	116
8.4.3 Expansión cobertura boscosa en páramo (periodo 1987-2010).....	116
8.5 Intervención pecuaria en páramo con deforestación.....	118
8.5.1 Intervención pecuaria en páramo con deforestación (periodo 1987-1997).....	118
8.5.2 Intervención pecuaria en páramo con deforestación (periodo 1997-2002).....	119
8.5.3 Intervención pecuaria en páramo con deforestación (periodo 2002-2010).....	119
8.5.4 Intervención pecuaria en páramo con deforestación (periodo 1987-2010).....	119
8.6 Intervención pecuaria en páramo sin deforestación.....	120
8.6.1 Intervención pecuaria en páramo sin deforestación (periodo 1987-1997).....	120
8.6.2 Intervención pecuaria en páramo sin deforestación. (Periodo 1997-2002).....	121
8.6.3 Intervención pecuaria en páramo sin deforestación (periodo 2002-2010).....	121
8.6.4 Intervención pecuaria en páramo sin deforestación (1987-2010).....	121
8.7 Intervención agropecuaria en páramo con deforestación.....	122
8.7.1 Intervención agropecuaria en páramo con deforestación (periodo 1987-1997).....	122
8.7.2 Intervención agropecuaria en páramo con deforestación (periodo 1987-2010).....	122
8.8 Intervención agropecuaria en páramo sin deforestación.....	123
8.8.1 Intervención agropecuaria en páramo sin deforestación (periodo 1987-1997).....	123
8.8.2 Intervención agropecuaria en páramo sin deforestación (periodo 1997-2002).....	124
8.8.3 Intervención agropecuaria en páramo sin deforestación (periodo 2002-2010).....	124
8.8.4 Intervención agropecuaria en páramo sin deforestación (periodo 1987-2010).....	124
8.9 Deforestación para ganadería.....	125
8.9.1 Deforestación para ganadería (periodo 1987-1997).....	125
8.9.2 Deforestación para ganadería (periodo 1997-2002).....	126
8.9.3 Deforestación para ganadería (periodo 2002-2010).....	126
8.9.4 Deforestación para ganadería (periodo 1987-2010).....	126
8.10 Intervención pecuaria.....	127
8.10.1 Intervención pecuaria (periodo 1987-1997).....	127
8.10.2 Intervención pecuaria (periodo 1997-2002).....	127
8.10.3 Intervención pecuaria (periodo 2002-2010).....	128
8.10.4 Intervención pecuaria (periodo 1987-2010).....	128
8.11 Intervención agropecuaria.....	129
8.11.1 Intervención agropecuaria (periodo 1997-2002).....	129

8.11.2 Intervención agropecuaria (periodo 2002-2010).....	129
8.12 Intervención minera.....	130
8.12.1 Intervención minera (periodo 1997-2002).....	130
8.12.2 Intervención minera (periodo 2002-2010).....	131
8.12.3 Intervención minera (periodo 1987-2010).....	131
8.13 Deforestación selectiva/parcial.	132
8.13.1 Deforestación selectiva/parcial (periodo 1987-1997)	132
8.13.2 Deforestación selectiva/parcial (periodo 1987-2010)	132
8.14 Regeneración/restauración.	133
8.14.1 Regeneración/restauración (periodo 1987-1997)	134
8.14.2 Regeneración/restauración (periodo 1997-2002)	134
7.14.3 Regeneración/Restauración (2002-2010).....	134
7.14.4 Regeneración/Restauración (periodo 1987-2010).....	135
8.15 Paramización.	136
8.15.1 Paramización (periodo 1987-1997).....	136
8.15.2 Paramización (periodo 1997-2002).....	136
8.15.3 Paramización (periodo 2002-2010).....	137
8.15.4 Paramización (periodo 1987-2010).....	137
8.16 Urbanización/Consolidación.	138
8.16.1 Urbanización/consolidación (periodo 1987-1997)	138
8.16.2 Urbanización/Consolidación (periodo 1997-2002).....	138
8.16.3 Urbanización/consolidación (periodo 1987-2010)	138
9. Balance general de los tipos de cambio para cada periodo	139
CONCLUSIONES	143
RECOMENDACIONES	145
BIBLIOGRAFIA	147

LISTA DE TABLAS Y CUADROS

Pág.

Tabla 1. Numero de vuelo aerofotografías	42
Tabla 2. ESUNi radiancia exoatmosférica de la composición 3-2-1 para Aster	46
Tabla 3. Lrad radiancia exoatmosférica de la composición 3-2-1 para Aster	46
Tabla 4. Fecha de toma imagen Aster	46
Tabla 5. Esquema combinación de bandas para Landsat y Aster	48
Tabla 6. Leyenda mapas de cobertura de suelo.	50
Tabla 7. División político administrativa	60
Tabla 8. Área y producción de cultivos para el municipio de Túquerres	62
Tabla 9. Área y producción de cultivos para el municipio de Sapuyes	62
Tabla 10. Área y producción de cultivos para el municipio de Mallama (Piedrancha)	63
Tabla 11. Área y producción de cultivos para el municipio de Santacruz (Guachaves)	63
Tabla 12. Totales de la población en los municipios	66
Tabla 13. Cobertura de suelo año 2010	83
Tabla 14. Cobertura de suelo para el año 1987	105
Tabla 15. Cobertura de suelo para el año 1997	106
Tabla 16. Cobertura de suelo para el año 2002	107
Tabla 17. Tipos cambios de cobertura periodo 1987-1997	108
Tabla 18. Tipos cambios de cobertura periodo 1997-2002	109
Tabla 19. Tipos cambios de cobertura periodo 2002-2010	111
Tabla 20. Tipos cambios de cobertura periodo 1987-2010	112
Tabla 21. Porcentajes y hectáreas de cambio anegamiento,	114
Tabla 22. Porcentajes y hectáreas de cambio explotación forestal en páramo, ..	115
Tabla 23. Porcentaje y hectareas de cambio, expansión cobertura boscosa en páramo	117
Tabla 25. Porcentajes y hectáreas de cambio, intervención pecuaria en páramo con deforestación .	122
Tabla 26. Porcentajes y hectáreas del cambio, Intervención agropecuaria en páramo con deforestación.....	123
Tabla 27. Porcentajes y hectáreas de cambio Intervención agropecuaria en páramo sin deforestación	125
Tabla 28. Porcentajes y hectáreas de cambio deforestación para ganadería	127
Tabla 29. Porcentajes y hectáreas de cambio de intervención pecuaria	129
Tabla 30. Porcentajes y hectáreas de cambio de intervención agropecuaria	130
Tabla 31. Porcentajes y hectáreas de cambio de intervención minera	132
Tabla 32. Porcentajes y hectáreas de cambio deforestación selectiva/parcial,	133
Tabla 33. Porcentajes y hectáreas de cambio regeneración / restauración.....	136
Tabla 34. Porcentajes y hectáreas de cambio paramización,	137
Tabla 35. Porcentajes y hectáreas de cambio urbanización / consolidación,	139
Tabla 36. Área y porcentaje de los cambios de cobertura para cada periodo	140

CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Territorios artificializados, tejido urbano continuo y discontinuo.....	68
Cuadro 2. Territorios artificializados, Zona de extracción minera	70
Cuadro 3. Territorios agrícolas, pastos limpios, pastos enmalezados, pastos y arbustos	70
Cuadro 4. Áreas agrícolas heterogéneas, mosaico de pastos y cultivos (espacios naturales)	72
Cuadro 5. Bosques y áreas seminaturales	75
Cuadro 6. áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, vegetación de páramo.....	77
Cuadro 7. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	80
Cuadro 8. Áreas Húmedas.....	80
Cuadro 9. Superficies de agua	81

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Localización Área de Estudio Volcán Azufral contexto departamental	22
Figura 2. Área de estudio volcán Azufral	23
Figura 3. Conversión de Imágenes a un solo nivel de resolución	43
Figura 4. Empate de Imágenes Landsat 2002 y Aster 2010	44
Figura 5. Corrección Atmosférica	45
Figura 6. Modo de corrección de bandas para la imagen Aster 2010	47
Figura 7. Muestreo digital de la Cobertura bosque denso	48
Figura 8. Resultado de edición de polígonos sobre la Imagen Satelital	49
Figura 9. Caso donde se encuentra un polígono pequeño dentro de un polígono grande 112 <6.25 211 >6.25 has	51
Figura 10. Proceso de fusión de polígonos vecinos	52
Figura 11. Delimitación de Bosque Natural Fragmentado	52
Figura 12. Delimitación de Mosaico de Pastos y Cultivos	53
Figura 13. Situación de cambio de un tipo de cobertura completo a otro.	54
Figura 14. Situación de cambio de un polígono por incremento de área.	54
Figura 15. Situación donde aparece otra cobertura dentro de una unidad de cobertura vegetal más grande	55
Figura 16. Situación de incremento de una cobertura sobre varias.	56
Figura 17. Puntos de verificación de Coberturas	57
Figura 18. División Política	61
Figura 19. Productividad de papa para, los cuatro municipios año 2010	64
Figura 20. Comparación Producción de leche	64
Figura 21. Mina de arena sector El Espino Sapuyes	65
Figura 22. Socavón, mina de oro artesanal municipio de Mallama	66
Figura 23. Comportamiento poblacional por municipios	67
Figura 24. Coberturas y porcentajes para el año 2010	82
Figura 25. Tejido urbano continuo (área urbana de Túquerres)	84
Figura 26. Tejido urbano discontinuo (municipio de Túquerres, salida a Pasto)	84
Figura 27. Zona de extracción minera (municipio de Sapuyes, corregimiento El Espino)	85
Figura 28. Pastos limpios (municipio de Sapuyes, corregimiento El Espino, vereda Panamal)	85
Figura 29 Pastos enmalezados (municipio de Mallama, vereda El Verde)	86
Figura 30. Pastos y arbustos (municipio de Mallama, corregimiento Chambú, vereda Tercan)	87
Figura 31. Mosaico de pastos y cultivos (municipio de Túquerres, corregimiento San Roque)	87
Figura 32. Mosaico de pastos cultivos y espacios naturales-arbustos, vereda Panamal)	88
Figura 33. Mosaico de pastos y espacios naturales-arbustos, vereda Changanan)	89
Figura 34. Mosaico de pastos y espacios naturales -bosque ripario, veredas El Espino y La Ciénaga	90
Figura 35. Mosaico de pastos y espacios naturales -bosque achaparrado, vereda Potrerillos)	91
Figura 36. Mosaico de pastos y espacios naturales-pajonal arbustal, vereda La Oscurana)	91
Figura 37. Mosaico de pastos y espacios naturales-pajonal, vereda La Oscurana)	92
Figura 38. Bosque natural denso, vereda El Espino)	93
Figura 39. Bosque natural fragmentado. vereda Pueran	94
Figura 40. Bosque ripario, vereda Chungel	94

Figura 41. Bosque plantado, vereda Ciénaga	95
Figura 42. Arbustos bajos y arbustos Altos, veredas Chambú y El Espino.....	96
Figura 43. Vegetación de Subpáramo vereda La oscurana	96
Figura 44. Vegetación de páramo arbustal, vereda Esnabu	97
Figura 45. Vegetación de páramo-Bosque achaparrado fragmentado, vereda Potrerillos Azufra ..	98
Figura 46. Vegetación de páramo-bosque achaparrado, vereda La Ciénaga)	99
Figura 47. Vegetación de páramo- pajonal arbustal, vereda La Ciénaga)	100
Figura 48. Vegetación de páramo pajonal, vereda Changanan)	100
Figura 49. Vegetación de páramo-pajonal frailejonal, Vereda La oscurana)	101
Figura 50. Vegetación de Superpáramo municipio Sapuyes, vereda Panamal	101
Figura 51 Tierras desnudas o degradadas-azufreras, vereda El Espino)	102
Figura 52. Turbera. (municipio de Sapuyes, vereda El Espino)	103
Figura 53. Lagos, lagunas y ciénagas naturales, vereda El Espino).....	103
Figura 54. Comportamiento de las coberturas más importantes, referentes a los años 1987-1997-2002	104
Figura 55. Cambios de cobertura en hectáreas, para el periodo 1987-1997	109
Figura 56. Cambios de cobertura en hectáreas, para el periodo 1997-2002	110
Figura 57. Cambios de cobertura en hectáreas, para el periodo 1997-2002	111
Figura 58. Cambios de cobertura en hectáreas, para el periodo 1987-2010	113
Figura 59. Cultivos de pino, vereda Panamal, municipio de Mallama.....	115
Figura 60 Expansión de cobertura boscosa en páramo, vereda La Oscurana municipio Mallama	118
Figura 61. Intervención pecuaria en páramo con deforestación, vereda Potrerillos Azufra	120
Figura 62. Deforestación para ganadería vereda La Oscurana, municipio Mallama	125
Figura 63. Intervención minera sector, El Espino, municipio de Sapuyes.....	131
Figura 64. Regeneración/Restauración, vereda la ciénaga, municipio Túquerres.....	136
Figura 65. Representación de áreas boscosas, con área mayor a 600 has	141
Figura 66. Representación de mosaicos de pastos y cultivos con área mayor a 1000 has.....	141
Figura 67. Representación de la vegetación de Páramo con área mayor a 500 has.....	142
Figura 68. Representación de pastos con área mayor a 300 has	142

RESUMEN

El “*Estudio del cambio de la cobertura de suelo en el volcán Azufra, Departamento de Nariño periodo de 1987-2010*”, comprende un área de trabajo de 17.774 has, distribuidas en cuatro municipios del sur-occidente de Nariño; Túquerres, Mallama (Piedrancha), Sapuyes, Santacruz (Guachaves), los cuales se ubican en la cordillera occidental, y su área forma parte de los ecosistemas denominados altoandinos.

La investigación se realizó siguiendo los parámetros de clasificación de coberturas expuesta en la metodología de Corine Land Cover, donde se identificó de forma semidetallada cada tipo de coberturas, dentro de los años establecidos en la investigación 1987, 1997, 2002, 2010.

Para este estudio se retoma algunos procedimientos y/o principios básicos de los sensores remotos, generando productos cartográficos como principales componentes de un SIG.

Como resultados de este estudio se presenta una caracterización socioeconómica general, realizada con información secundaria con el propósito de tener un acercamiento hacia el área de estudio, que ayude a los autores a tener una visión más clara del contexto socioeconómico conformado dentro del área objeto de estudio.

Para la identificación de las coberturas de suelo se encontró un promedio de 30 tipos, para cada uno de los años tomados como referencia para la realización del estudio, presentando algunas variaciones de área, siendo las más importantes por su grado de participación las coberturas de vegetación de páramo (pajonal arbustal), mosaico de pastos y cultivos, vegetación de páramo (pajonal frailejona), mosaico de pasto cultivos y espacios naturales (arbustos), y mosaico de pastos y espacios naturales (bosque ripario) las cuales mantuvieron un área mayor a 1000 has.

Finalmente para dar cumplimiento del último objetivo, se analizaron y describieron los factores de cambios de cobertura ocurridos, donde se evidencio que esta área presenta un alto grado de intervención, para lo cual fue necesario realizar salidas de campo con el propósito de identificar las coberturas y posteriormente las realización de entrevistas en las zona o sectores donde se presentaron los cambios más representativos, mostrando que los municipios de Santacruz-Guachaves y Mallama-Piedrancha; presentaron los mayores cambios, teniendo

como principal factor, los procesos relacionados con la intervención pecuaria en páramo, y su área de amortiguamiento, ya que esta actividad representa un aporte importante en los ingresos económicos de la población.

SUMMARY

The "study of change in soil coverage Azufral volcano, Department of Nariño period 1987-2010", covers an area of 17774 hectares, distributed in four municipalities in the southwest of Nariño; Túquerres, Mallama (Piedrancha), Sapuyes, Santacruz (Guachaves), which are located in the western cordillera, and its area is part of the high andean ecosystems called.

The research was carried out in accordance with the parameters of classification exposed in the methodology of, Corine Land Cover, where it is identified so semidetallada each type of coverage, within the periods established in the investigation; 1987,1997,2002,2010.

For this study research takes some procedures or basic principles of remote sensing, for the generation of cartographic products as components of a SIG.

As a result of this study is presented general socio-economic characterization, done with secondary information with the purpose of having a systematic approach to the study area, to help the authors to have a clearer view of the socio-economic context found in the área of study.

Overall, we found an average of 30 types of hedges of soil for each of the years taken as a reference for the completion of the study, where they presented some variations from área, the most important for their degree of participation hedges paramo vegetation -grasslands shrubland, mosaic pastures and crops, vegetation paramo-grasslands frailejonal, crop and pasture mosaic natural área -bush, mosaic pastures and natural areas -riparian forest área more than 1000 hectares.

Finally to comply with the last objective, we analyzed and describe the factors of changes, where it became apparent that this área has a high degree of intervention, still required field trips for the identification of coverage and interviews, in the área or areas where they presented the changes more representative of coverage, being the most obvious in the municipalities of Santacruz-Guachaves y mallama-piedrancha; where the factor for change in land cover, it was a result of the processes related to the intervention in livestock Paramo, and its buffer zone, since this activity represents an important contribution in the income of the population.

INTRODUCCIÓN

El estudio del cambio de la cobertura de suelo en el volcán Azufra, es un trabajo el cual tuvo como principal objetivo identificar los cambios que se han presentado en los últimos 23 años, el cual se realizó a partir de un análisis multitemporal utilizando herramientas SIG para su desarrollo, además se caracterizaron aquellos factores que han incidido directa e indirectamente en el proceso de cambio de cobertura.

La degradación de los ecosistemas tanto de páramo como de selva altoandina en los últimos años se ha ido presentando de manera acelerada e indiscriminada, provocando diversos cambios que atentan contra la biodiversidad, y haciendo necesario que estos ecosistemas se conviertan en temas de estudio, por lo cual el desarrollo de esta investigación se realizó con el propósito de identificar el grado de intervención, principalmente ocasionada por el accionar humano que ha provocado la dinámica de la cobertura de suelo en el volcán Azufra, donde por medio de herramientas como las que ofrece la teledetección, permite determinar los cambios y generar cartografía que muestra con exactitud las unidades de cambio reflejadas en los periodos de estudio. Esta investigación es de tipo cuali-cuantitativa y se enmarca dentro de un enfoque analítico descriptivo, perteneciente a la línea de investigación caracterización biofísica y ambiental del espacio geográfico (problemáticas y evaluación ambiental), del programa de Geografía de la Universidad de Nariño; además los autores del proyecto están vinculados al Grupo de Investigación en Geografía Física y Problemas Ambientales (TERRA) perteneciente a esta misma institución.

La investigación se encuentra dividida en cuatro partes: inicialmente se muestra un marco contextual donde se dan a conocer aspectos principales de área de estudio y los antecedentes relacionados con investigaciones desarrolladas tanto a nivel internacional, nacional y local. La segunda parte corresponde al marco conceptual donde se describen los conceptos utilizados para el desarrollo de la investigación los cuales ayudaron a conceptualizar los temas a tratar. La tercera parte muestra de forma detallada cada proceso que se llevó a cabo en la metodología para el desarrollo de los objetivos propuestos en la investigación, y por último se describe de manera clara los resultados que se obtuvieron a partir del desarrollo de este estudio.

1. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cambios en la Cobertura del suelo en el Volcán Azufral (Departamento de Nariño) Periodo comprendido 1987-2010

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuáles han sido los cambios que ha presentado la cobertura del suelo en el área del volcán Azufral en el período comprendido entre 1987 – 2010?

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Dentro de los principios específicos que define los ecosistemas de alta montaña, los páramos, subpáramo, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos deben ser objeto de protección especial, y que la biodiversidad por ser patrimonio nacional de interés de la humanidad, debe ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible¹, aspectos importantes que en la actualidad se ven afectados por los cambios en la cobertura de suelo, causados principalmente por la alteración que provoca las actividades agropecuarias, que al ser introducidas inadecuadamente hacia estas áreas causan alteraciones, generando cambios negativos en los suelos y por ende disminuyendo la oferta de los bienes y servicios ambientales que ofrece las zonas de páramo, principalmente lo relacionado con el recurso hídrico.

El cambio de la cobertura de suelo presente en el área de estudio, ha aumentado ya que desde la época de la colonización ha sido habitada por comunidades campesinas e Indígenas con minifundios y macrofundíos, que por su descendencia se dedican a las actividades agropecuarias, principalmente a la agricultura y la ganadería, las cuales debido al proceso de segregación socioespacial han representado una constante amenaza al ecosistema de páramo.

En síntesis es importante dar a conocer esta problemática con el fin de tener un control más eficiente con los recursos naturales, evitando las malas prácticas en la producción, y más aún cuando los sistemas productivos se practican cerca de ecosistemas estratégicos como son los páramos andinos.

¹ Artículo 1. Ley 99 de 1993, Pag 82

2. JUSTIFICACIÓN

La importancia biótica y ecológica, indispensable para la regulación climática e hídrica, preservación de los suelos, depuración de la atmosfera y conservación de la biodiversidad², son aspectos que en las últimas décadas han sido afectados por las diferentes actividades antrópicas que ejerce la población sobre los ecosistemas de alta montaña, por lo cual el desarrollo de esta investigación identifica los cambios y factores presentados en los últimos 23 años, generando información detallada sobre el estado actual y la dinámica espacial, analizada dentro de este periodo.

Se escogió como escenario para el área de estudio, la zona ubicada al sur occidente del departamento de Nariño, entre los municipios de Mallama-Piedrancha Santacruz-Guachaves, Túquerres y Sapuyes, comprendida en el área del volcán Azufral, ya que el aporte de biodiversidad, recurso hídrico y belleza escénica que forman parte de este ecosistema, se convierten en un componente esencial para la articulación de propuestas de conservación.

El desarrollo de esta investigación permite dar a conocer cada uno de los factores que interceden en el proceso de cambios de coberturas de suelo, estableciendo las causas y consecuencias que esta problemática ocasiona al medio ambiente, ya que la mayoría de los factores involucrados en estos procesos son atribuidos a las diferentes actividades antrópicas, consideradas como la problemática actual de los diferentes ecosistemas frágiles, tales como la selva alto-andina y el páramo.

Los resultados obtenidos generaran conocimiento necesario frente a la problemática que se presenta en los ecosistemas altoandinos, ya que los esquemas de ordenamiento territorial no están generando políticas eficaces para la conservación del medio ambiente, permitiendo que los sistemas de producción creados alrededor de las comunidades no tengan en cuenta el deterioro al que puede estar expuesto el ecosistema.

A través el desarrollo de este tipo de estudios se pretende que dentro de los procesos de ordenamiento territorial, promovidos por las autoridades locales, como regionales, dentro de los E.O.T. (Esquema de Ordenamiento Territorial), P.B.O.T. (Plan Básico de Ordenamiento Territorial) se articule estrategias

² CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO COOPONARIÑO. Plan de acción en biodiversidad 2006-2030. Pag. 155. Bogotá DC Febrero 2008.

indispensables para la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, donde los factores que influyen en el deterioro de los ecosistemas sean reducidos a través de la implementación de prácticas de manejo, direccionadas a los sistemas de producción.

Para el desarrollo de estos propósitos estipulados dentro de este estudio, la percepción que se tiene desde la geografía humana permite describir los procesos de ocupación que se presenta a causa de la dinámica poblacional, de tal manera que los cambios producidos por la intervención antrópica, dan como resultado la configuración de nuevos escenarios, que se pueden estudiar en largos periodos de tiempo, analizando información y generando resultados que busque dar soluciones a los problemas encontrados, y conlleve a la toma de decisiones en pro del desarrollo sostenible y la conservación del medio ambiente.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer los cambios de la cobertura de suelo que se han presentado en el Volcán Azufraal identificando las causas y factores de dichos cambios en el periodo comprendido entre 1987-2010.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar la cobertura del suelo actual y la existente en varios períodos entre 1987 y 2010 en el área del volcán Azufraal.
- Describir los cambios que se han presentado en la cobertura de suelo en el área de estudio durante el período de referencia.
- Analizar las causas y factores que han incidido en los cambios de la cobertura de suelo en el área de estudio.

4. MARCO CONTEXTUAL

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio corresponde al área del volcán Azufral, se encuentra localizado al sur occidente del departamento de Nariño más precisamente en la cordillera Occidental, dicha área comprende una extensión de 17.774 has las cuales altitudinalmente están distribuidas desde los 2.300 hasta los 4.040 m.s.n.m.

El área de estudio se encuentra enmarcada dentro de las siguientes coordenadas 1° 0 Latitud Norte y 77° 50' Longitud Oeste

Los municipios que hacen parte del área de estudio son; Mallama (Piedrancha) Santacruz (Guachaves) Túquerres y Sapuyes.

Los límites del área de estudio son los siguientes: hacia el norte se delimita tomando la vía a Samaniego siguiendo su secuencia hasta bajar a los 2.400 m.s.n.m, posteriormente se toma la divisoria de aguas que divide al río Azufral y la quebrada Arrayan (afluente del río Pacual) hasta conectara con la cota de los 2.800 m.s.n.m, siendo esta la referencia para seguir hasta tomar la vía a la Oscurana Vereda perteneciente al Municipio de Santacruz-Guachaves, de esta se llega hasta el río Verde afluente principal que vierte sus aguas al río Guiza, a partir de este se delimita todo el flanco occidente del área de estudio, Este río disecta desde los 3.500 m.s.n.m hasta los 2.300 m.s.n.m por el límite al área de estudio encontrando en este recorrido el punto conocido como la Nariz del Diablo, para de ahí tomar la vía a Tumaco, donde a partir de esta se empieza a delimitar la parte sur, comenzando desde éste punto pasando por el corregimiento del Espino perteneciente al municipio de Sapuyes, tomando la parte inferior del corregimiento de Santander y del mismo modo bordeando el área poblada de la cabecera municipal de Túquerres, para tomar la vía alterna que comunica con el municipio de Sapuyes, donde a partir de esta se empieza a delimitar la zona oriental del área de estudio, dentro de este proceso se conecta con la quebrada El Banco hasta alcanzar los 3.200 m.s.n.m, siguiendo esta para nuevamente retomar la vía al municipio de Samaniego referente para el límite oriental y norte del área de estudio.

Para la delimitación del área de estudio se tuvo en cuenta una serie de criterios los cuales hacen parte del objetivo de la investigación; algunos de ellos son el componente biofísico tomado principalmente por el nivel altitudinal que presenta la

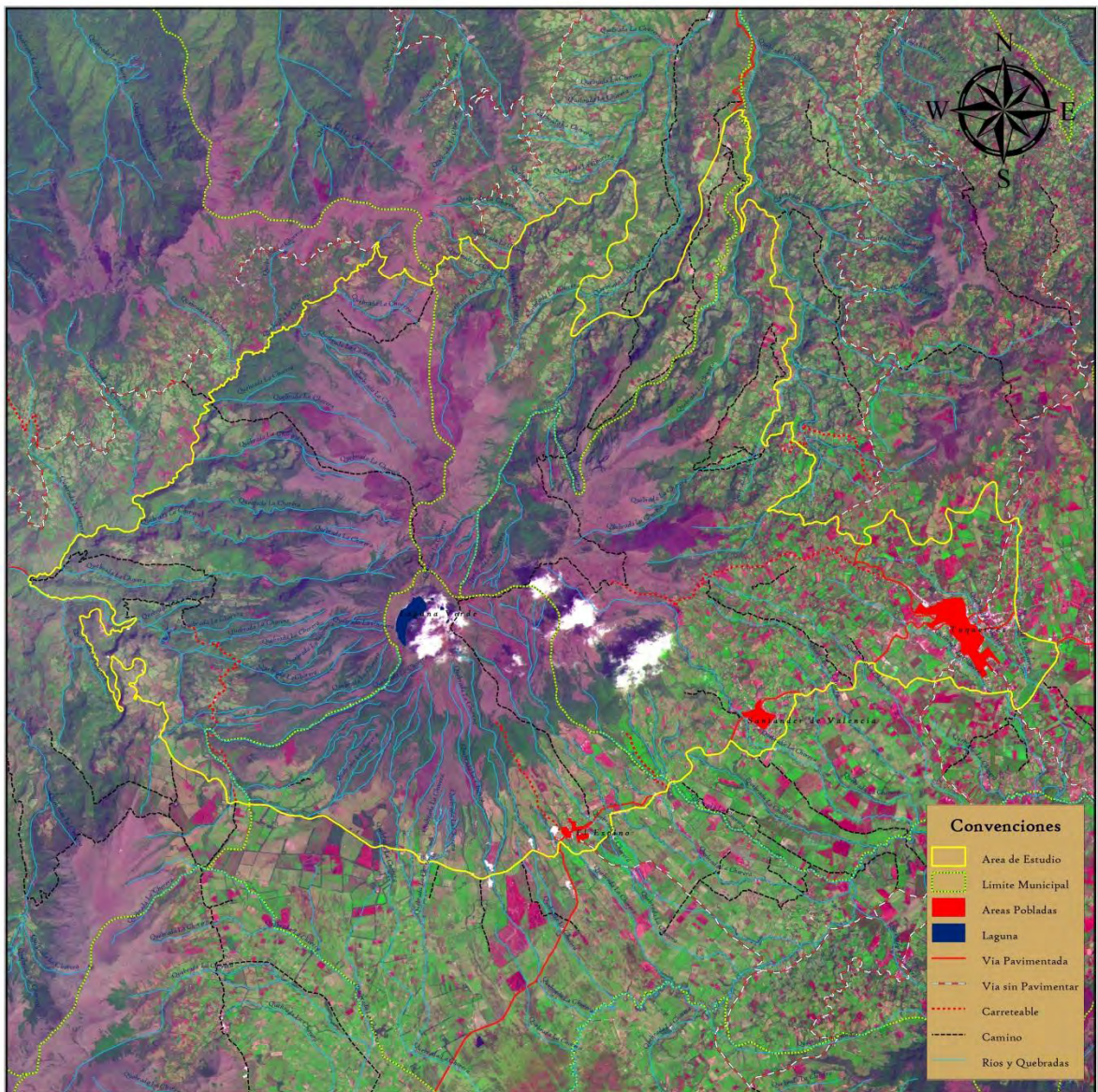
zona de influencia del volcán Azufral, donde los principales factores son atribuidos a las partes donde se encuentra un potencial representativo del aporte ambiental siendo la prioridad el ecosistema de páramo y su área de influencia, donde se evidencia la principal amenaza promovida por las diferentes actividades productivas que avanzan su frontera hacia la parte alta

Figura 1. Localización Área de Estudio Volcán Azufral contexto departamental



Fuente: este estudio

Figura 2. Área de estudio volcán Azufral



Fuente: este estudio

4.2 ANTECEDENTES

4.2.1 Antecedentes a nivel internacional. En los países latinoamericanos la realización de diferentes estudios Multitemporales, ha ayudado a identificar el índice de deforestación y el proceso de fragmentación de los ecosistemas, donde muchos de estos se han desarrollado utilizando la metodología Corine Land

Cover, que ha servido de base para lograr la homogenización, en cuanto a leyenda de coberturas y uso de las tierras.

la metodología de Corine Land Cover sirve para avanzar en el conocimiento de las coberturas de la tierra y para la actualización permanente de la información, ya que facilita los procesos de seguimiento y evaluación de la dinámica de los cambios de las coberturas dentro de un territorio; esta metodología que es utilizada principalmente en países europeos y centroamericanos y que ahora ha sido adaptada para Colombia, sirve como modelo dentro de esta investigación ya que el proceso que se realiza en los diferentes ecosistemas buscan el mismo fin, que es caracterizar y clasificar la cubierta de la superficie terrestre, todo con la ayuda de los sistemas de información geográfica a través de imágenes de satélite.³

Contamos con un Estudio realizado por BERMUDEZ et al (1998), donde establecen los cambios en la cobertura vegetal entre los parques naturales volcán Irazú y volcán Turrialba, teniendo en cuenta un período de tiempo de 20 años (1978, 1992 y 1998), y las variables biofísicas y socioeconómicas de la zona.⁴

En este Estudio se logra identificar en mayor proporción la pérdida significativa de cobertura de suelo desnudo a bosque secundario debido a la actividad de los volcanes presentes, por otro lado las actividades productivas han inducidos cambios, en este caso se establece los pastos y bosques a bosques secundarios y cultivos, sin embargo las políticas establecidas para la protección como lo es la incorporación de parques nacionales ha generado una estabilidad en cuanto a la ocupación del territorio y su área boscosa debido al manejo adecuado que se ha prestado en esta área de conservación.

Otra publicación es la Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos, realizada en Ecuador (2009)⁵ donde se identifica el corredor de páramo andino ecuatoriano, investigación que arroja resultados muy

³ Mapa De Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000

⁴BERMUDEZ ROJAS, Tania. PAEZ, Gilberto. VELASQUEZ, Sergio y MOTTE, Estella. Cambio de uso y cobertura de la tierra y la conservación del bosque en dos áreas protegidas. Costa Rica. 1998.

⁵ BELTRAN Karla, SALGADO Silvia, CUESTA, francisco, Susana y ROMOLEROUX, Katya. Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador. Proyecto páramo andino. Conservación de la biodiversidad en el techo de los Andes. Ecuador 2009.

generales en cuanto a la identificación total de comunidades vegetales, y establece el alto grado de endemismo y diversidad que presentan dichas comunidades; en este estudio se establecieron siete unidades fisiográficas en todo el territorio nacional, realizando muestreos y generando un inventario florístico del páramo, para luego crear la base de datos nacional en donde la consulta y la actualización de dichos ecosistemas andinos sea accesible a la comunidad científica y al público en general, con el propósito de generar conocimiento y educación ambiental, y con ello propender a la conservación y protección de estos ecosistemas ecuatorianos.

Por último la Investigación que enmarca varios factores o dinámicas presentes en los páramos titulada: uso del suelo en los páramos: impacto, dinámicas y tendencias (LLAMBI 2011)⁶, este estudio establece las diferentes interrelaciones que se generan en el páramo, a partir de la identidad cultural de cada nación, del grado de solidez de las políticas referente a estos ecosistemas, de los cuales se derivan actividades como la agricultura, la ganadería extensiva, la tala indiscriminada de bosque y el fuego, sin embargo se atribuye también el deterioro de estos ecosistemas a actividades que afectan al páramo de forma indirecta como son; las especies invasoras y los procesos de cultivos de uso ilícito que intervienen en estos ecosistemas para su degradación, esta investigación da a conocer que la recuperación ambiental y del patrimonio toman tiempo, por eso los procesos que conlleven a esto deben establecerse a largo plazo.

4.2.1.2 Antecedentes a nivel nacional. Dentro de las investigaciones relacionadas con la caracterización de las zonas de páramo, el estudio realizado por el Ministerio de Medio Ambiente, programa para el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de la alta montaña Colombiana (2002)⁷, donde se identifica y caracteriza los ecosistemas de alta montaña, resaltando la importancia que tienen frente al contexto sociocultural dentro de cada entidad territorial, promoviendo la incorporación a los planes de ordenamiento, planes de manejo y restauración de los ecosistemas de páramo, como también la ampliación de las áreas protegida que comprenda ecosistemas de páramo.

⁶ LLAMBI, Luis Daniel. Uso del suelo en los páramos: impacto, dinámica y tendencias, Citado por Paramundi. II congreso mundial de páramos. Memorias. ONDESAN, Ministerio del Ambiente del Quito Ecuador. 2011

⁷ MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. MINAMBIENTE, PÁRAMOS Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña colombiana

Un estudio realizado por Parques Nacionales Naturales con el apoyo de Naciones Unidas, oficina contra la droga y el delito; análisis multitemporal de los cultivos de coca en las áreas del sistema de parques naturales periodo (2001-2004)⁸ en el cual se establecen la presencia de cultivos ilícitos dentro del sistema de parques naturales nacionales, identificando las áreas protegidas amenazadas como afectadas, donde se interpretarán para el periodo de estudio un total de 3.139.159 hectáreas dentro de las 18 áreas protegidas, las cuales presentaban cultivos de coca, encontrando un total de 19.000 hectáreas deforestadas, de estas solamente el 18% correspondieron a cultivos de coca; además este estudio permitió identificar las áreas protegidas con mayor extensión de cultivos ilícitos y también el grado de regeneración de los bosques naturales, estableciendo que la mayor área con esta problemática se encuentra en el Departamento de Guaviare específicamente dentro del Parque Nacional Sierra de la Macarena donde se encuentra el 50% de los cultivos de coca de todo el sistema.

En el territorio colombiano se han realizado estudios para la clasificación de cobertura y uso del suelo a una escala 1:100.000; uno de ellos es aplicado a la Cuenca Magdalena – Cauca, utilizando la metodología Corine Land Cover (2007)⁹, con el apoyo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de La Magdalena (CORMAGDALENA), realizado entre los años 2006-2008. En este estudio establece una propuesta y metodología estandarizada para la caracterización de los tipos de la cobertura de la tierra nacional, donde se pueda detallar de manera más clara los cambios presentados dentro de la cobertura de suelo, identificando el estado actual de las coberturas; generando comparaciones con cada periodo de estudio, esto con el fin de generar políticas encaminadas a la planificación ambiental y manejo sostenible de los recursos naturales.

Esta el estudio realizado con el apoyo de varias entidades gubernamentales interesadas en la protección de estos ecosistemas. atlas de páramos de Colombia

⁸ PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA, Naciones Unidas Oficina contra la Droga y el Delito. Análisis Multitemporal de los Cultivos de Coca en las Áreas del Sistema de Parques Nacionales, Periodo (2001-2004) Noviembre 2005

⁹ CORINE LAND COVER COLOMBIA.” adaptación de la metodología “Corine Land Cover” para Colombia y producción de la cobertura para la cuenca del río Magdalena – Cauca. Bogotá D.C 2007.

(2007)¹⁰, donde hace un diagnóstico sobre el estado actual de los Ecosistemas del Páramo en la región andina Colombiana, y los divide por sectores; en el departamento de Nariño, el Sector Nariño-Putumayo y el Complejo Volcánico Chiles-Cumbal, este estudio indica aspectos generales, como ecológicos, socioeconómicos y culturales; y con ellos las acciones encaminadas a la protección y conservación de estos ecosistemas ubicados en el complejo donde se encuentra el área objeto de estudio.

4.2.1.3 Antecedentes a nivel regional. El Estudio titulado “caracterización de la vegetación paramuna de los volcanes Azufral y Galeras” (UDENAR 1991)¹¹, identifico el porcentaje de Vegetación; estimando dominancia, abundancia y sociabilidad, encontrando que el volcán Azufral presenta una variedad de comunidades vegetales que aportan a la investigación bases para establecer con mayor claridad el tipo de zonas de vida existentes, dentro del proceso de la caracterización de coberturas.

Otro estudio de importancia es el plan de ordenamiento y manejo sostenible del ecosistema páramo Azufral y su área de amortiguamiento (ANGULO V MARTÍNEZ et al 1996)¹², documento que da a conocer los bienes y servicios ambientales y los entes territoriales culturales que se encuentra en dicho ecosistema; también es indispensable mencionar uno de los estudios que determina al volcán Azufral como un ecosistema estratégico plan de acción en biodiversidad para el Departamento de Nariño 2006-2030 (CORPONARIÑO 2006)¹³, donde se reconoce al Departamento de Nariño como un escenario en biodiversidad caracterizada en su mayoría en sus áreas de reserva, las cuales se encuentran desde la costa hasta las zonas de alta montaña, dando un reconocimiento especial a los páramos andinos, importantes en el aporte del potencial hídrico, forestal y faunístico que sustentan el componente natural y socioeconómico de la población.

¹⁰ INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. Atlas de Páramos de Colombia. Bogotá D.C 2007

¹¹ ERAZO Gloria. Caracterización de la Vegetación Paramuna de los volcanes Azufral y Galeras, Tesis de Especialización en Ecología. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Naturales Y Matemáticas. Programa de Biología. san juan de Pasto. 1991

¹² ANGULO V., MARTÍNEZ J, & PONCE G. Plan de Ordenamiento y Manejo Sostenible del ecosistema Páramo El Azufral y su área de amortiguamiento. Biblioteca Alberto Quijano Guerrero, Universidad de Nariño. 1996

¹³ COORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO, CORPONARIÑO Plan de acción en biodiversidad para el departamento de Nariño 2006-2030. Estado del arte de la información biofísica y socioeconómica de los páramos de Nariño. Pasto. 2006.

Posteriormente se tiene uno de los estudios pioneros y más importante en cuanto al ámbito actual de los páramos en el Departamento de Nariño, ya que proporciona una información más actual y determinante para analizar los aspectos físico bióticos del área de trabajo, “estado del arte de la información biofísica y socioeconómica de los páramos de Nariño (CORPONARIÑO 2007)¹⁴, identificando al páramo Azufral encontrado en el suroccidente del Departamento de la región andina nariñense donde se estableció las diferentes características, tanto físico-geográficas como socioeconómicas de la zona.

Una de las investigaciones a considerar es la “declaratoria y formulación del plan de manejo del área de conservación volcán Azufral” (CORPONARIÑO 2008)¹⁵, donde se plantea la identificación de una nueva área reserva, involucrando actores y acuerdos que caractericen factores tanto biofísicos; geológicos, geomorfológicos, que según el grupo técnico de CORPONARIÑO se plantea como meta la declaratoria y la formulación del plan de manejo de esta área, pero también para que esta se siga considerando estratégica por los bienes y servicios que prestan tanto a las comunidades asentadas en la identificación del área de reserva, como también para proteger el corredor biológico del suroccidente del Departamento de Nariño.

En cuanto a estudios más recientes se encuentran el “diseño de acuerdos para la conservación del servicio ambiental belleza escénica en la reserva natural Azufral – Chaitán, Departamento de Nariño (CORPONARIÑO 2010)¹⁶, establecen los parámetros físicos y socioeconómicos e identifica características existentes en el volcán Azufral como lo son su belleza escénica y su atractivo turístico y por ende los servicios ambientales que presta a la población aledaña, con lo cual se busca plantear una serie de acuerdos que conlleven a la conservación del área de reserva.

¹⁴ COORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO, CORPONARIÑO – Universidad de Nariño. Estado del Arte de la Información Biofísica y Socioeconómica de los Páramos de Nariño: Informe Final. Tomo II: Características Biofísicas de los Páramos de Nariño. Pasto. 2007

¹⁵ COORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO CORPONARIÑO. Declaratoria y Formulación del Plan de Manejo del Área de Conservación Volcán Azufral. San Juan de Pasto. 2008

¹⁶ CORPONARIÑO. Diseño de Acuerdos para la Conservación del Servicio Ambiental Belleza Escénica en la Reserva Natural Azufral-Chaitán, Departamento de Nariño. 2010.

El análisis multitemporal realizado en el volcán Cumbal (2010)¹⁷, donde se identifica el estado actual de la cobertura vegetal y uso de suelo en el periodo de 1989-2009, donde se identifica y caracteriza los diferentes factores que han incidido en los cambios de cobertura y se genera elementos conceptuales y técnicos para la toma de decisiones frente al manejo ambiental de los ecosistemas altoandinos.

Otra de las investigaciones importantes es la realizada en el corredor volcánico de chiles (2011)¹⁸, estudio que identifica los factores y causas que han incidido en los cambios de la cobertura de suelo en los últimos 18 años tomando como referencia el periodo de 1989-2007.

El estudio realizado en el PNN complejo volcánico Doña Juana (2012)¹⁹, el cual identifica los cambios provocados en la cobertura vegetal y uso de suelo dentro en los últimos 20 años, tomado desde 1989-2009; este estudio se realiza a partir de un análisis multitemporal donde se caracteriza la cobertura actual del PNN, y se identifica los diferentes factores que han incidido en dichos cambios.

Los últimos tres estudios de referencia fueron un soporte importante para la realización de este estudio ya que los objetivos y la metodología que se utiliza en cada uno de estos sirvieron de referencia para el desarrollo de esta investigación, debido a que la intención del análisis fue identificar los cambios de cobertura de suelo y los factores que han incidido en dichos cambios. Además los estudios son realizados dentro del Departamento de Nariño con el apoyo de instituciones como la Universidad de Nariño, Parques Nacionales Naturales y algunas de las Alcaldías donde se desarrolló cada investigación.

¹⁷ CORAL PANTOJA German Alberto, PORTILLA BOLAÑOS Natalia Melina. Análisis Multitemporal del Cambio de Uso y Cobertura Del Suelo, en la Selva Altoandina y el Páramo del Volcán Cumbal, Departamento de Nariño – Colombia, en el Periodo 1989 - 2009

¹⁸ ERAZO TAPIA Nelson Ricardo. Análisis del cambio de uso y cobertura del suelo en el corredor volcánico chiles – cerro negro – cerro granizo. Departamento de Nariño periodo: 1989-2007

¹⁹ GUERRERO OBANDO Daisy Gabriela. ORTEGA SOLARTE Daniel Antonio. Estudio del cambio de la cobertura vegetal en el área de influencia occidental del p.n.n. complejo volcánico Doña Juana - cascabel periodo 1989-2011

4.3 MARCO CONCEPTUAL

En el desarrollo de la investigación se tiene en cuenta una serie de conceptos que definen aportes importantes en cuanto a los ecosistemas de alta montaña y los diferentes componentes que se requieren al abordar este tipo de investigaciones, de tal forma que se toman los fundamentos que han expuesto diferentes autores, con el fin de tener referencia acerca de los diferentes componentes que conforma las áreas de páramo, como también los temas más relevantes que se tratarán dentro del desarrollo de la investigación.

4.3.1 El páramo. De acuerdo con lo definido por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la (Resolución 0769, 2002), El páramo son ecosistemas de una singular riqueza cultural y biótica y con un alto grado de especies de flora y fauna endémicas de inmenso valor, que constituyen un factor indispensable para el equilibrio ecosistémico, el manejo de la biodiversidad y del patrimonio natural del país.

En el cual se encuentran diferenciadas 3 zonas en orden ascendente

- Subpáramo o páramo bajo: Franja inferior del páramo que sigue a la ocupada por la vegetación arbórea del bosque andino de la región. Se caracteriza por el predominio de chuscales, vegetación arbustiva y de bosques bajos altoandinos
- Páramo propiamente dicho: Franja intermedia del páramo caracterizada principalmente por vegetación dominante de pajonales y diferentes especies de frailejones.
- Superpáramo o páramo alto: Franja superior del páramo caracterizada por poca cobertura vegetal y diferentes grados de superficie de suelo desnudo²⁰.

Según Cuatrecasas (1958). Conceptualiza que los páramos consisten en las regiones más elevadas de la Cordillera de los Andes desde Venezuela al Ecuador por Colombia, donde predominan condiciones especiales de altas montañas; son regiones sometidas a bruscos cambios; son frías y húmedas, generalmente cubiertas de niebla o sujetas a constantes precipitaciones y a fuertes vientos; pero estos fenómenos alternan con días claros de intensa radiación; las noches son siempre

²⁰ MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Resolución 0769. Bogotá. 2002.

muy frías y en las partes más elevadas (más arriba de 4.300 metros) con nevadas nocturnas muy frecuentes. El suelo está generalmente saturado de agua; en extensas zonas es pantanoso, formándose turberas; la tierra es negra turbosa, con elevado grado de acidez; este suelo es muy profundo excepto en las zonas más altas, donde la vegetación es ya escasa entre rocas y arenales; los límites altitudinales del páramo no son muy precisos, pues varían según la topografía pero empiezan a 3.200 metros, extendiéndose hasta una línea de 4.500-4.700 metros que es el nivel de los neveros permanentes. Por hallarse en el trópico, el clima de estas altas montañas presenta un contraste muy superior al clima de los pisos subyacentes de la propia cordillera, en comparación con los países extratropicales, los Alpes por ejemplo, pues los pisos bajos de los Andes, ya cerca del nivel del mar, disfrutaban de temperaturas tórridas²¹.

Hofstede-Mena et al. (2003), definen el páramo como un ecosistema tropical de montaña, que generalmente se desarrolla por encima del área del bosque y tiene su límite en la zona nival, sin embargo, analizando las características del páramo, se tiene que hay numerosas y diversas definiciones y clasificaciones que existen sobre este ecosistema; además, la variedad de conceptos sobre el páramo se realizan teniendo en cuenta varios criterios; el tipo de vegetación, los elementos climáticos, las variables de latitud, altitud, humedad, estado de conservación, ocupación, etc. Esto tiene como resultado que la caracterización del páramo sea un tema que se encuentre en permanente discusión, dada la alta heterogeneidad ambiental y sociocultural que se encuentra en estas zonas²².

Según Morales y Estévez (2006) El páramo es un ecosistema restringido a las cumbres de algunas regiones tropicales de Centro y Sudamérica, Asia, África y Oceanía. Sus límites pueden variar dependiendo de diversas condiciones propias de la región donde se localice. Así, la posición geográfica, la topografía, la historia geológica y evolutiva del lugar y la latitud, son factores determinantes en la localización altitudinal de los páramos alrededor del mundo. Su límite inferior

²¹CUATREACASAS (1958) El Páramo Ecosistema de Alta Montaña Tomo I. Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango

²²HOFSTEDE, Robert, MENA, Patricio y ZEGARRA, Pool. Los Páramos del Mundo. Proyecto Atlas Mundial de Páramos. Quito. 2003. tomado de GUERRERO OBANDO Daisy Gabriela. ORTEGA SOLARTE Daniel Antonio. Estudio del cambio de la cobertura vegetal en el área de influencia occidental del p.n.n. complejo volcánico Doña Juana - cascabel periodo 1989-2011. Pag 25.

puede oscilar entre 3.000 y 4.000 m, de acuerdo con la precipitación, la humedad y la temperatura media anual local.²³

Pombo et al. (1989) Consideró al páramo como una unidad ecológica de gran importancia para la regulación de los flujos de agua, pues debido a su constitución es capaz de retener en sus suelos hidromórficos grandes volúmenes de agua y controlar su flujo a través de las cuencas hidrográficas, es por esto que los ecosistemas de páramo se consideran como unidades de planificación debido a la interrelación que presentan al suplir necesidades de oferta ambiental que demanda la población en general dentro de cada entidad territorial.²⁴

Es importante resaltar los factores que conforman a un ecosistema de páramo, como son la oferta ambiental; el recurso hídrico, la variedad especies endémicas, la regulación CO₂ siendo estos aspectos que hacen parte de la estabilidad existente en este tipo de ecosistemas, como también destacar la belleza escénica que presentan, denominado como un criterio importante en los procesos de mantenimiento y conservación.

4.3.1.2 Selva altoandina. Según Cleef (1981). La franja altoandina engloba las formaciones con vegetación arbórea del límite superior de la región andina y los bosquecitos y matorrales de la zona de confluencia entre las dos zonas denominadas franja baja y franja media o páramo propiamente dicho; donde Cleef clasifico que esta área se encuentra ubicada entre los 2.900 y 3.800 m.s.n.m caracterizando diferentes aspectos como suelo, clima, comunidades vegetales de tipo arbustiva dentro de esta franja.²⁵

En otra definición encontrada en PNN, indican que la selva altoandina prospera entre 2.800 y 3.200 metros de altitud, límite que varía en cien o doscientos metros por las condiciones locales (vientos, asolación). Es un ambiente supremamente húmedo que se aprecia a la distancia como el característico manto de nubes que envuelve las cumbres de las montañas. El exceso de humedad permite que sobre las ramas de los árboles crezca una abundante variedad de epífitas como quiches, orquídeas, musgos

²³ MORALES BETANCOURT Juan Alejandro. ESTÉVEZ-VARÓN Jaime Vicente. EL PÁRAMO: ¿Ecosistema en Vía de Extinción? Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Caldas. 2006 lunazul.ucaldas.edu.co.

²⁴ POMBO et. al. (1989), Geoingeniería-MMA. 1999. Identificación de prioridades para la gestión ambiental en ecosistemas de Páramos, Sabanas, Zonas áridas y Humedales de agua dulce. tomado de PÁRAMOS. Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña colombiana. Bogotá DC Febrero 2002 Pág. 21.

²⁵ CLEEF A.M (1981) EL PARAMO. Un ecosistema de alta montaña. Volumen I

y líquenes que los cubren por completo. También llamado selva andina y bosque de alta montaña, cumple funciones específicas como son la regulación del flujo hídrico que desciende de los páramos y la acumulación y administración de sus nutrientes, por esto crecen árboles hasta de 15-20 metros de alto que resguardan y alimentan una amplia y muy importante variedad de especies animales y vegetales²⁶

La selva altoandina ha sido destruida en su mayor parte, para dar paso al pastoreo de ganado vacuno y ovino y a algunos cultivos de papa. En su lugar se ha producido un avance de la vegetación del páramo, lo cual se conoce como proceso de paramización del bosque, esto caracteriza la mayoría de paisajes por encima de 3.200 m. de altitud. Las quemadas periódicas llevadas a cabo para favorecer el rebrote de los pastos impiden la recolonización del bosque, la cual de por sí es muy lenta dadas las condiciones muy limitantes de temperatura. Por esta razón, muchos autores han situado el límite bosque - páramo alrededor de los 3.200 m. o a veces menos.

Denominado por la comunidad “Monte”, se distribuye a manera de parches a lo largo del páramo en zonas de características topográficas y microclimáticas especiales, estos bosques pueden llegar hasta los 4.000m de altitud aproximadamente y se caracterizan por la presencia de árboles de hasta 15m de altura, dominan especies como los Amarillos (*Miconia sp.*), Holloco (*Hedyosmum cumbalense*), Encinos (*Weinmania spp.*), Cerote(*Hesperomeles obtusifolia*), Rosa (*Vallea stipularis*) y Pumamaque (*Oreopanax ecuadorensis*, *O. seemanianus*). Asociados a ríos y quebradas se encuentran bosques achaparrados de Capote (*Polylepis incana*, *P. cf. incana*). Son áreas de alto epifitismo de musgos y helechos. En algunas zonas también se identifican ecosistemas de ceja altoandina con vegetación de menor altura y características xerofíticas que obtienen agua principalmente de la precipitación horizontal²⁷

Van der Hammen (1992) afirma que estos ecosistemas hacen parte de un complejo de ecosistemas propios de la región andina, en los que se encuentran bosques secos montanos, bosques húmedos, páramos, páramo bajo y páramo alto. En ellos, es determinante el factor climático, debido a la altura en la que se encuentran; en sus vertientes húmedas, por lo regular más expuestas a las variables climáticas, hay gran actividad geomorfológica que da como resultado

²⁶ PARQUES NATURALES NACIONALES DE COLOMBIA. Bosque Andino o Niebla. Disponible en Internet

<http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/php/decide.php?patron=01.201203>.

²⁷ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO. CORPONARIÑO. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) Cabildo Indígena de Chiles Estudio Sobre el Estado Actual del Páramo de Chiles. Febrero 2009.

una alta inestabilidad de suelos y movimientos en masa frecuentes que determinan una dinámica muy especial y propia de estos bosques.²⁸

De esta manera se puede argumentar que la franja de selva altoandina encontrada en los ecosistemas de alta montaña constituye una protección a la zona de páramo y actúa como barrera natural en contra del avance de la frontera agropecuaria, principalmente por las condiciones físicas dadas, tanto en la composición de los suelos y el alta densidad de vegetación que presenta, lo que hace que estas zonas sean de baja productividad agrícola, pero por otro lado el pastoreo extensivo genera mayor problema en este ecosistema ya que es la actividad socioeconómica que alcanza mayor intervención en dicha franja donde al ser atravesada se encuentra ya afectando la zona de páramo.

4.3.1.3 Cobertura de suelo o de la tierra. El termino cobertura de la tierra involucra un sinnúmero de aspectos determinados a partir de la composición superficial que está presente, “la cobertura puede originarse en ambientes naturales producto de la evolución ecológica (bosques, sabanas, lagunas) o a partir de ambientes artificiales creados y mantenidos por el hombre (cultivos, represas, ciudades)”²⁹

Según la CRC “la cobertura de la tierra comprende todos los elementos que se encuentran sobre la superficie terrestre, ya sean naturales o creados por el hombre; es decir la cobertura puede derivarse de ambientes naturales producto de la evolución ecológica o artificial cuando se ha presentado ocupación del espacio en función del beneficio del ocupantes encontrando los asentamientos humanos como principal factor de este proceso”³⁰.

Según la FAO (1993), tierra es un segmento de la superficie del globo terrestre definido en el espacio y en función de características y propiedades comprendidas por los atributos de la biósfera, incluyendo aquellas de la atmósfera, el suelo, el substrato geológico, la hidrología y el resultado de las actividades humanas actuales y futuras hasta el punto que estos atributos tengan influencia significativa

²⁸ VAN DER HAMMEN, T. Historia, ecología y vegetación. FEN-COA-Fondo de Promoción del Banco Popular. Bogotá. Colombia. 1992; Pag. 10.

²⁹ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI IGAC. Interpretación Visual de Imágenes de Sensores Remotos y su Aplicación en Levantamientos de Cobertura y Uso de la Tierra. Pag 59. 2005

³⁰ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA CRC. Guía Metodológica Guía Para La Formulación De los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas del Departamento del Cauca, 2003.

en el uso presente o futuro de la tierra por el hombre. En muchos lugares, se han abierto nuevas tierras para la agricultura o el uso de la tierra ha cambiado drásticamente a causa de los cambios de población o de presiones económicas. Esto ha llevado a pobreza, degradación ambiental, explotación económica ineficiente y pérdida de recursos naturales como suelo y agua. Los mejores usos de la tierra dependen de condiciones económicas, sociales, políticas y culturales, de las características del suelo y de su respuesta al uso.³¹

Los conceptos de cobertura del suelo se evidencia que las definiciones se manejan de manera homogénea, ya que estos procesos dependen directamente de la evolución que presente un espacio determinado, donde pueden interactuar diferentes elementos como los que se puede evidenciar en el área de estudio ya las actividades humanas contrastan con el componente biofísico del ecosistema altoandino y forman una mezcla de coberturas naturales que pueden ser diferenciadas a simple vista y que forman parte de un paisaje característico de un ecosistema natural o intervenido.

Teniendo en cuenta lo anterior es importante resaltar que para la identificación y clasificación de coberturas de suelo se tuvo en cuenta los niveles establecidos por la metodología CORINE LAND COVER, establecida para Colombia donde por la cantidad de coberturas que se identificaron para este estudio, fue necesario agregar otro nivel 4 como se evidencia en las tablas plasmadas en las leyendas de los mapas de cobertura para cada año.

4.3.1.4 Análisis multitemporal. “Se realiza mediante la comparación de las coberturas interpretadas en dos o más imágenes de satélite o mapas de un mismo lugar en diferentes fechas y permite evaluar los cambios en las situaciones de coberturas que han sido clasificadas.”³²; son importantes porque abarcan grandes extensiones y permiten identificar los cambios que se presentan en diferentes periodos, además estos estudios determinan entre otras cosas, la tasa de deforestación, generando resultados precisos y más confiables al momento de establecer el comportamiento de las coberturas en la superficie.

Los procesos y/o acciones que influyen en una cobertura de bosque o vegetación tales como: deforestación, regeneración, cambios de usos de suelo, áreas

³¹ FAO. DOORENBOS. J, y KASSAM. A.H. Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper 33. Roma. 1979. Tomado de análisis del cambio de uso y cobertura del suelo en el corredor volcánico chiles – cerro negro – cerro granizo. departamento de Nariño periodo: 1989-2007

³² Disponible en internet. http://www.scanterra.com.ar/conozca_mas.html.

cultivadas, incendios, plantaciones, son los elementos que nos permitirán evaluar la magnitud de los cambios en la cobertura, por lo tanto al realizar un estudio que identifique esta problemática permitirá evaluar los cambios que se han presentado en el periodo de análisis, y se determinará los factores que han incidido en la transformación de las coberturas, lo cual identificará el grado de intervención y con ello se generará conocimiento acerca de las malas prácticas que provocan alteración en los ecosistemas, refiriéndose en su mayoría a las actividades agropecuarias.

4.3.1.5 Procesamiento digital de imágenes. El procesamiento digital de imágenes es una disciplina que desarrolla las bases teóricas y algorítmicas las cuales puede extraerse información del mundo real de manera automática a partir de una imagen observada. Tal información puede relacionarse con el reconocimiento de objetos descripciones tridimensional exposición y orientación de los mismos o la medición de cualquier propiedad espacial tal como la distancia de los puntos bien definidos o la proyección transversal del objeto.³³

Otro concepto dice que el procesamiento digital de imágenes, es la aplicación de técnicas matemáticas, estadísticas y computacionales, que permiten mejorar, corregir, analizar y extraer información de las imágenes captadas por los sensores a bordo de los satélites, además permite realizar operaciones complejas, muy costosas o inaccesibles para el análisis visual. Tiene la ventaja de permitir una rápida comparación de fenómenos Multitemporales por la accesibilidad a la información que posee, ya que por medio del procesamiento digital de imágenes de satélite comprende diferentes procesos los cuales se efectúan con la ayuda de software especializados que facilitan la visualización de los fenómenos a estudiar, dichos procesos se realizan dependiendo de la necesidad que presente el investigador o del tipo de estudio que se pretenda realizar.³⁴

El procesamiento digital de imágenes es un proceso que se requiere hacer a las distintas imágenes utilizadas, con el propósito de identificar aquellos vacíos existentes que pueden limitar el reconocimiento inicial de las coberturas, tales como son problemas relacionados con la bruma atmosférica, sombras originadas

³³ BRAVO 2004. interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. IGAC 2005.

³⁴ UNNE FACULTAD DE INGENIERÍA –Cátedra de fotointerpretación departamento de geociencias Teledetección imágenes satelitales procesamiento digital de imágenes. Disponible en internet. <http://ing.unne.edu.ar/dep/goeciencias/fotointer/pub/teoria2011/parte02/tdi.pdf>.

por el relieve entre otros; el análisis asistido por computador a través de un software permita realizar las respectivas correcciones a las imágenes de tal forma que los productos resultantes sean confiables y demostrando que la investigación este soportada bajo técnicas y metodologías utilizadas para este tipo de estudios.

4.4 MARCO LEGAL

Existen diferentes leyes, resoluciones decretadas por el gobierno nacional, las cuales direccionan el desarrollo de la presente investigación, ya que por medio de éstas se plantean políticas relacionadas con la conservación, protección y manejo de los recursos naturales; por lo tanto a continuación se presenta la normatividad vigente que soporta cada proceso relacionado al desarrollo sostenible del medio ambiente.

- **Constitución política de Colombia 1991 artículos 79 y 80.** Donde se plantea que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo, el estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible su conservación, restauración o sustitución.

los artículos planteados anteriormente, presentan un aporte importante dentro del desarrollo de la investigación, ya que al hablar del desarrollo sostenible se pudo identificar los procesos de alteración que ha presentado las diferentes coberturas naturales a causa de la expansión de los sistemas productivos, ya que el desarrollo socioeconómico no está garantizando el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales, siendo importante la instauración de políticas direccionadas a la mitigación y control de la problemática.

- **Ley 99 de 1993.** Emanada por el Congreso de la República. Esta ley plantea en su artículo 1 numeral 4 que los páramos sub-páramos nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos; serán objeto de protección especial, así mismo destaca en los siguientes numerales y artículos la importancia de la conservación y biodiversidad como también el desarrollo sostenible que se debe tener dentro de la intervención de los recursos naturales renovables.

La importancia de la ley 99 de 1993, para el desarrollo de la investigación, fue necesaria para identificar aquellos sectores donde se presentaron procesos de regeneración, debido a que las autoridades ambientales ha hecho presencia,

concientizando a las personas dentro del cuidado especial que se le deben dar a los ecosistemas de páramo, donde se resalta el interés de los pobladores, a la hora de hablar acerca de los procesos que se están efectuando para cuidar el ecosistema y conservar el recurso hídrico.

- **Ley 388 de 1997.** Esta ley emanada por el Congreso de la República en referencia al desarrollo de la investigación radica en identificar los ecosistemas de importancia ambiental dentro de cada municipio, con el fin de brindar la conservación y protección adecuadas. Artículos 8 numeral 12 y 14 numeral 3. Que tiene como principio la delimitación de las áreas de conservación y protección de los recursos naturales, paisajísticos, geográficos y ambientales.

Con el apoyo normativo que instaura la anterior ley, se plantea todos aquellos procesos, relacionados con la conservación de los ecosistemas, partiendo del hecho que cada municipio genere políticas encaminadas al buen aprovechamiento de los recursos naturales, ya que al encontrar cambios de cobertura no se estaría cumpliendo con el propósito de conservación y protección.

- **Resolución 769 de 2002.** Del Ministerio de Medio Ambiente. Por la cual se dictan disposiciones para contribuir a la protección, conservación y sostenibilidad de los páramos, principalmente se centra en el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de alta montaña, promoviendo a nivel nacional, regional y local la gestión ambiental de los ecosistemas de páramo, ya que los páramos son ecosistemas de una singular riqueza cultural y biótica con un alto grado de especies de flora y fauna endémicas de inmenso valor que constituye un factor indispensable para el equilibrio ecosistémico, donde el desarrollo de esta investigación articulada a esta resolución, permite identificar los cambios y generar posibles opciones de solución, que ayuden a mitigar los efectos causantes, que estén llevando a la desintegración de los ecosistemas frágiles.
- **Ley 32 de 2003.** Emanada por el entonces Ministerio de Medio Ambiente. ley que vela por el uso sostenible de los ecosistemas de páramo, en esta se determinan disposiciones para la realización de un estudio detallado que tenga en cuenta una línea base biofísica, socioeconómica y cultural de los ecosistemas de páramo un diagnóstico y evaluación integral de los elementos identificados, para posteriormente declarar las zonas de conservación, restauración y uso sostenible; permitiendo que el desarrollo de este estudio basado en la intención de la ley, genere información actual de la cobertura de suelo, y que a partir de esta se pueda considerar como un área de uso

especial; con miras a ser tenida en cuenta para la declaratoria nacional como área de reserva natural.

- **Resolución 839 de 2003.** Del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Por la cual se establecen los términos de referencia para la elaboración del estudio sobre el estado actual de páramos y del plan de manejo ambiental de los páramos.

Esta resolución sirvió para desarrollar el análisis que identifique la situación en que se encuentra el ecosistema de páramo, y los cambios que se han presentado en la cobertura de suelo, donde a partir de los resultados se pueda promover estrategias de manejo dentro del ecosistema altoandino.

- **Decreto 3600 de 2007.** Emanada por el entonces Ministerio de Ambiente, y Desarrollo Sostenible, el cual planifica el desarrollo de las áreas rurales, partiendo del hecho de la utilización del suelo, y su disponibilidad de aprovechamiento, identifica los principales usos que se pueden efectuar en cada área del territorio. En este sentido el desarrollo de esta investigación, identifica los diferentes factores relacionados con el cambio que ha presentado las diferentes coberturas, el cual se produce desde la mala planificación, haciendo referencia a las áreas rurales, donde el uso de los recursos no se da de forma sostenible y presenta alteraciones a los ecosistemas.

5. METODOLOGIA

El estudio del cambio de cobertura de suelo en el volcán Azufral, en forma similar a estudios de este tipo publicados anteriormente, muestra como resultado el estado actual de la cobertura de suelo, y los diferentes cambios que se han presentado dentro de un periodo estimado en 23 años, de manera que a continuación en cumplimiento de los objetivos expuestos en la investigación, se presenta el diseño metodológico, establecido en cuatro fases de trabajo, donde se muestra el desarrollo de las actividades, y como se estructuro el procesos final de los resultados.

5.1 FASE 1: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.

5.1.1 Revisión bibliográfica. La revisión bibliográfica se realizó con el fin de hacer un reconocimiento inicial del área de estudio, donde se utilizó toda clase de información como son tesis, investigaciones, trabajos, esquemas de ordenamiento territorial y planes de desarrollo de cada municipio, con el fin de hacer una recolección de contenidos y así tener una visión más amplia de la zona de estudio. También la utilización de información cartográfica análoga y/o digital sirvió como base para la realización de la cartografía temática del área de estudio.

Los conceptos de diferentes autores se tomaron como referencia para brindar solidez al estudio, de tal manera que la información sea confiable y de calidad.

5.1.1.2 Realización de la Caracterización socioeconómica general. La caracterización socioeconómica general se realizó con el propósito de identificar las características sociales y culturales de cada municipio, con el fin de establecer las interacciones existentes entre la población y los procesos agropecuarios, analizando los asentamientos urbanos persistentes en la zona de estudio, y dando a conocer los diferentes procesos que han generado cambios en la cobertura de suelo referente al periodo de investigación; para ello la utilización de diferentes fuentes de información como los EOTs de los municipios, PDM, consolidado agropecuario 2009-2010 y los registros de información recopilados por el DANE en los censos de 1985-1993-2005, permitió conocer la conformación de cada uno de los municipios, tanto en sus actividades productivas como también la población y nivel de educación.

5.1.1.3 Selección y análisis de la cartografía, aerofotografías, planchas cartográficas, e imágenes satelitales. La recolección de información cartográfica necesaria para la realización de este estudio tuvo como principal

propósito la adquisición de aerofotografías e imágenes satelitales, como también la información análoga indispensable para la delimitación inicial del área de estudio

Para la investigación se utilizaron cuatro imágenes satelitales referentes a los años de 1987-1997-2002-2010, de las cuales 3 fueron descargadas de forma gratuita disponibles en la web página de Global Land Cover Facility – Earth Science Data Interface (ESDI) 2010, las tres primeras son imágenes Landsat, la imagen satelital (ASTER) se la adquirió de la página de la NASA, donde se crea una cuenta de usuario para generar el proceso de descarga, ya que para el año 2002 el satélite LANDSAT sufrió una falla técnica y las imágenes que adquirió este a partir de esta fecha, contienen muchos errores de bandamiento, haciendo difícil la interpretación; siendo deficientes para este tipo de estudio.

Programa satelital Landsat TM-ETM7

Imágenes utilizadas: 1987-1997-2002

Sistema cartográfico: Transversal Mercator.

Sistema de referencia: Magna Sirgas.

Elipsoide: GRS1980.

Origen: Oeste.

Resolución: 30 metros.

Programa satelital: Aster

Imágenes utilizadas: 2010

Sistema cartográfico: Transversal Mercator.

Sistema de referencia: Magna Sirgas.

Elipsoide: GRS1980.

Origen: Oeste.

Resolución: 15 metros. (Homogenizados a 30 mts)

5.2 FASE 2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES Y AEROFOTOGRAFÍAS.

5.2.1 Análisis de aerofotografías. El análisis de las aerofotografías permite realizar la identificación más detallada de las formaciones del suelo y la identificación parcial de algunas coberturas, este proceso se realiza gracias a la utilización de elementos estereoscópicos, o estereoscopia.

La utilización de dos líneas de vuelo con un cubrimiento parcial al área de estudio, constan de 12 aerofotografías, en formato digital escaneada fotográficamente con resolución de quince (15) micrones en formato TIFF JP del año de 1994, las

cuales representan el 90% del cubrimiento. Estas fotografías fueron tomadas por el IGAC a una altura de vuelo de 9.400 m.s.n.m convirtiéndose en un material de apoyo importante en lugares menos visibles en las imágenes satelitales.

Tabla 1. Numero de vuelo aerofotografías

No Vuelo	C2541	C2541
No. Foto	84 a90	108 a 112
Fecha	14-feb-94	14-feb-94
Cantidad	7	5

Fuente: este estudio

Además la utilización de estas aerofotografías, sirvieron para la delimitación de caminos y la corroboración de algunos tramos de la vías de comunicación; de igual manera para la identificación de cuerpos de agua, especialmente las lagunas encontradas en la parte alta del volcán Azufral, donde la resolución espacial en las imágenes satelitales, no permitían la identificación clara de este tipo de coberturas.

5.2.1.2 Interpretación de la imagen satelital. Incluye detección, reconocimiento e identificación de los objetos. En esta actividad se tiene relación directa con la visibilidad de los objetos por ser interpretados, estando por tanto correlacionada con la clase de objeto, escala y calidad de las imágenes. Detectar no solo es ver, sino extraer en forma selectiva los elementos de importancia para el caso particular de interpretación que se realiza.

El no detectar un objeto puede ser debido a no poder verlo en forma particular, ya sea porque la escala o resolución de las imágenes son muy pequeñas, o por que las imágenes tienen una calidad muy pobre; influye también en la capacidad de detección de detalles del intérprete.³⁵

Después que un detalle es detectado, este debe ser reconocido e identificado para poder extraer información valida de la imagen, ya sea para su uso directo o como elemento para correlacionar para la interpretación final. Algunas veces se hace una diferenciación entre reconocimiento e identificación, que apunta a la

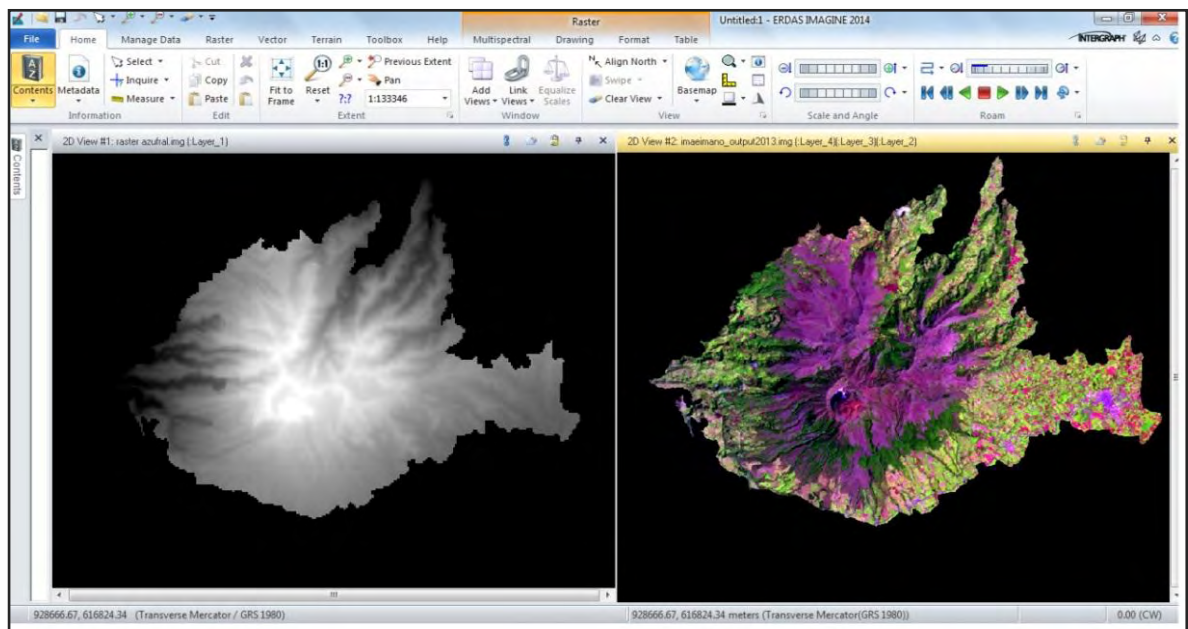
³⁵INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI IGAC. Interpretación Visual de Imágenes de Sensores Remotos y su Aplicación en Levantamientos de Cobertura y Uso de la Tierra. Pag 31. 2005

sistematización de estas operaciones desde el punto de vista psicológico o del proceso mental involucrado; además los procesos de correcciones de imágenes que se realiza con el programa Erdas, los cuales se describen a continuación, aportan una interpretación mejor de las unidades y/o elementos que se quieran identificar en las imágenes satelitales.

5.2.1.3 Corrección de corrimiento entre imágenes (Corregistro de imágenes)

Para realizar estos procedimientos en las imágenes satelitales se utilizó el programa ERDAS versión 2011, Inicialmente se convirtieron todas las imágenes Landsat y Aster a un solo tipo de resolución con la herramienta “Spatial / Resample Pixel Size”. Para este caso, se utilizó el Modelo de Elevación Digital (DEM) con resolución de 30,30 metros para homogenizar las imágenes a la resolución de dicho modelo.

Figura 3. Conversión de Imágenes a un solo nivel de resolución

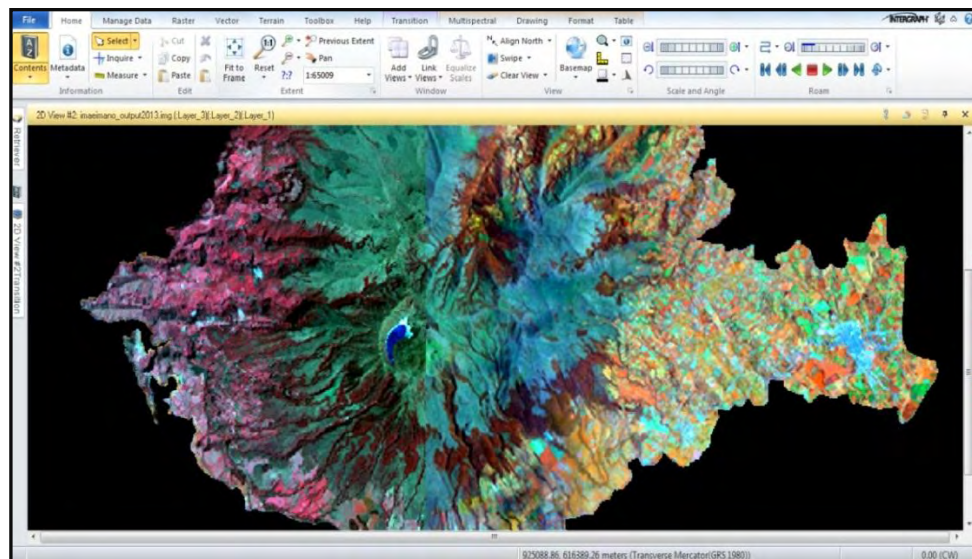


Fuente: este estudio

Posteriormente a esto se realizó el empate entre imágenes es decir, que cuando se sobreponga una imagen de ellas sobre otra, no exista ningún corrimiento. Este procedimiento es importante ya que de lo contrario, al realizar los mapas de cambios de cobertura vegetal, se generaran errores en el avance o retroceso de las coberturas.

Este proceso se realiza con la herramienta “AutoSync Workstation” creando un nuevo proyecto y visualizando la imagen que se utilizó para empatar las demás, la imagen de referencia fue Landsat 2002, dejando la misma proyección de esta imagen para las demás; para esto se toman 4 o más puntos de control en la imagen bien distribuidos (GCP), a nivel de pixel y se deja que el software automáticamente tome los demás puntos de control en común, luego se elimina los puntos que presentan el mayor valor de error con el fin de disminuir el (RMS) que en el programa es el indicador del margen de error, como resultado se obtiene un empate en el cual ya no se observa ningún tipo de corrimiento entre las imágenes.

Figura 4. Empate de Imágenes Landsat 2002 y Aster 2010



Fuente: este estudio

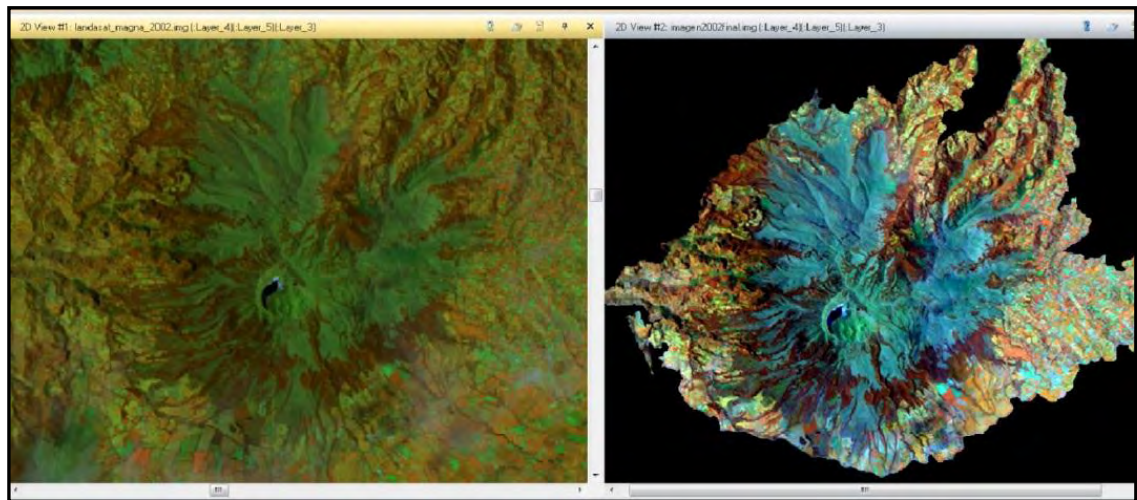
5.2.1.4 Corrección Radiométrica y Topográfica. Esta actividad permite realizar una visualización en mayor detalle de las imágenes procesadas, ya que le da valores reales a los pixeles en su apariencia de color, permitiendo al momento de realizar la clasificación, identificar de una manera más clara los diferentes colores que representan cada cobertura.

La figura No 5. Muestra a la izquierda, la imagen Landsat 2002 sin procesar y a la derecha la misma imagen con las respectivas correcciones.

Es evidente que la imagen no corregida presenta una alta incidencia de las condiciones ambientales presentes en la zona, que pudieran generar formación de nubes espesas, sin embargo se puede observar que la presencia de bruma y/o

neblina para estas imágenes, en especial para la imagen 2002 se evidencia, pero que sometidas al tratamiento se pudo disminuir los efectos producidos por, distorsiones originadas por la plataforma, distorsiones provocadas por la rotación terrestre, distorsiones provocadas por las condiciones ambientales.

Figura 5. Corrección Atmosférica



Fuente: este estudio

5.2.1.5 Corrección radiométrica y topográfica para imágenes Aster. Debido a que la imagen Aster de año 2010, tiene una resolución espacial de 15 m, fue necesario homogenizarla a la resolución de 30,30 m de las tres imágenes Landsat, obteniendo la misma resolución del modelo de elevación (DEM). Esta homogenización es necesaria para establecer las similitudes entre las imágenes, aunque refleje desventajas como la pérdida de resolución para la imagen ASTER.

Las correcciones radiométricas y la conversión de los niveles digitales (ND) a valores de radiancia para su posterior transformación a reflectividad, se tuvo en cuenta los mismos fundamentos teóricos de la imagen Landsat. Sin embargo el módulo ATCOR para la corrección de reflectividad no es compatible al momento de trabajar con este tipo de imágenes, de tal manera que se implementó una ecuación planteada por (Wooster)³⁶ para el cálculo de la reflectancia planetaria, donde plantea que; el producto de la reflectancia es expresado en unidades de porcentaje de reflectancia (0–100%), en donde todos los valores para el cálculo,

³⁶Wooster, M.J. 1996. In orbit calibration of the ATSR-1 1.6 mm channel using high resolution data from the JERS-1 (Fuyo-1) optical sensor. International Journal of Remote Sensing 17(5): 1069-1074.

se encuentran incluidos en el archivo de cabecera de la imagen, y se utilizaron en la siguiente fórmula:

$$RTOA = (p \cdot Lrad \cdot d^2 / ESUNi \cdot \cos(z))$$

Dónde: RTOA= reflectancia planetaria

Pi= 3,14159

Lrad = radiancia espectral (radiación registrada en el sensor)

ESUNi = radiancia exoatmosférica de cada banda.

Como se observa en la ecuación, prácticamente son parámetros estandarizados que se establecieron para las correcciones de los niveles digitales de la imagen Aster, para este caso contamos inicialmente con los datos Lrad-radiancia espectral (radiación registrada en el sensor) y ESUNi - radiancia exoatmosférica de cada banda, que se muestran a continuación:

Tabla 2. ESUNi radiancia exoatmosférica de la composición 3-2-1 para Aster

B1	1845.99	1847	1848
B2	1555.74	1553	1549
B3	1119.47	1118	1114

Fuente: Wooster, M.J, 1996.

Tabla 3. Lrad radiancia exoatmosférica de la composición 3-2-1 para Aster

B1	0.676	1.688	2.25
B2	0.708	1.415	1.89
B3	0.423	0.862	1.15

Tabla 4. Fecha de toma imagen Aster.

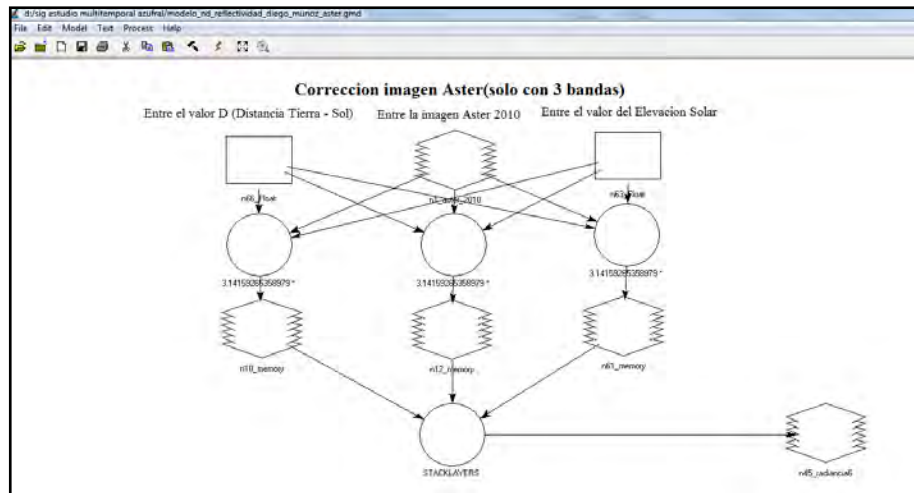
Fecha de toma de la Imagen	Día Juliano (JD)	Distancia Tierra - Sol (d) (En Unidades Astronómicas)
11 – Junio – 2010	163	1,330,738

Fuente: este estudio

Para la interpretación y funcionalidad de esta fórmula se implementó un modelo en el programa Erdas 2011, elaborado en el módulo (Model Maker) en el cual se

vincula o reemplaza la información dada en el archivo de cabecera de la imagen Aster con la ecuación dada por (Wooster). Debido que para la interpretación visual de las imágenes se realizó con la combinación de bandas 3-2-1 y se aplicó el modelo solo para esta combinación; de tal forma que las correcciones se realizaron solo a las bandas utilizadas en la investigación. A continuación se representa gráficamente la el modelo realizado.

Figura 6. Modo de corrección de bandas para la imagen Aster 2010



Fuente: este estudio

5.2.3 Clasificación de la Imagen. Para el procesamiento de las imágenes satelitales se tiene en cuenta programas y software especializado que permitan el reconocimiento específico del área de estudio, este proceso se realizó con herramientas SIG de los programas ArcGis y ERDAS, los cuales permitieron una mejor visualización de la cobertura dentro del ecosistema de páramo y selva altoandina del volcán Azufral. Este proceso fue determinante para la realización de cartografía confiable y dio como resultado los cambios de cobertura de suelo ocasionados para cada periodo de estudio.

A partir de las imágenes satelitales se generaron cuatro mapas de cobertura; estos mapas corresponden a los años 1987-1997-2002- 2010. Consecutivamente se generaron los cuatro mapas de cambios de cobertura relacionando los mapas de 1987-2010, 1987-1997, 1997-2002 y 2002 a 2010, con el fin de identificar los factores de cambios sucedidos en los últimos 23 años.

La combinación de bandas que se utilizaron para hacer el proceso de identificación de las coberturas fue 4, 5,3 para las imágenes Landsat y para la ASTER 3, 2,1 obteniendo la identificación de los diferentes tipos coberturas,

diferenciando el cambio que se ha presentado en el periodo de estudio; además este proceso se desarrolla aplicando el método de clasificación supervisada, que se realiza con el software Erdas.

Tabla 5. Esquema combinación de bandas para Landsat y Aster

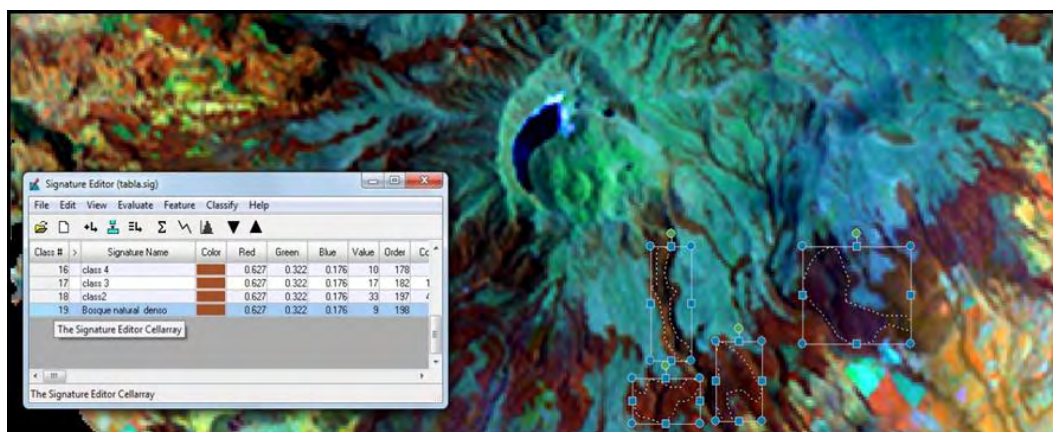
SENSOR	ROJO (R)	VERDE (G)	AZUL (B)
LAN	4	5	3
ASTER	3	2	1

Fuente: composición en falso color. (IGAC-CIAF)

5.2.3.1 Clasificación Supervisada. Consiste básicamente en la agrupación de píxeles o niveles digitales, de igual o un número finito de clases individuales; valor que según represente la unidad de diferentes clases y/o tipos de cobertura, este proceso lo realiza inicialmente el usuario o investigador, relacionando su experiencia o destreza en la identificación de coberturas de imágenes ópticas con la información primaria recogida en las salidas de campo en el área de estudio.

Para este proceso se trabajó con el modulo “Classifier”, del programa ERDAS, tomando muestras a la imagen satelital en cada una de las unidades donde se evidencie una clase de cobertura sobresaliente, obteniendo una capa temática en formato Shapefile (shp), con patrones estadísticos sin usar datos de verdad de campo, de tal manera que si un pixel satisface cierto criterio, entonces el pixel es asignado a clases y/o tipos de cobertura que corresponda.

Figura 7. Muestreo digital de la Cobertura bosque denso



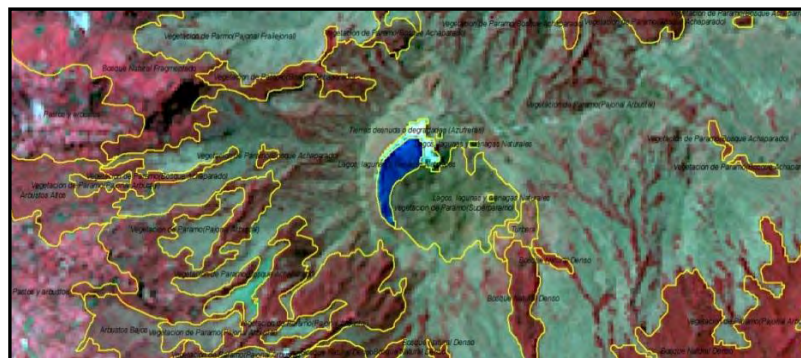
Fuente: este estudio

En la figura anterior se indica el muestreo que se toma para la cobertura de bosque denso, para que posteriormente el software genere polígonos que abarcan los niveles digitales que se están incluidos como referencia dentro de las unidades de muestras, reconociendo de forma preliminar las áreas que corresponden a este tipo de cobertura vegetal. Generalmente el proceso de muestreo es una guía para que el programa tome una referencia e identifique la mayoría de campos que cumplan con las características que se encuentran dentro de la muestra, de tal forma que puede abarcar partes donde la cobertura no pertenezca a la indicada, por lo tanto la depuración realizada en el programa ArcGis genera la identificación exacta de cada tipo de cobertura que se pretende encontrar en cada muestra tomada.

Este proceso se estableció para todas las unidades de coberturas identificadas, de tal forma que se identificara el patrón espacial en función de la firma espectral, que establece cada imagen de satélite para cada clase o cobertura.

Luego de realizar este proceso se generaron los formatos digitales pertenecientes a cada una de las coberturas y se sobreponen los polígonos sobre la imagen satelital.

Figura 8. Resultado de edición de polígonos sobre la imagen Satelital



Fuente: este estudio

En la anterior figura se muestra el resultado de la edición de polígonos de las unidades de coberturas identificadas en sobre-posición con la imagen satelital, en el sector de la laguna verde y alrededor de la vegetación de páramo del Azufral.

5.2.3.2 Adaptación de la metodología de Corine Land Cover a la leyenda de los mapas de coberturas. La identificación de coberturas y su estandarización se hizo a través de la implementación de la metodología “CORMAGDALENA, IGAC, IDEAM. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena – Cauca.

Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia escala 1:100.000. 2007”³⁷.

A continuación se presenta las categorías con sus niveles y subniveles utilizados para la elaboración de los mapas de cobertura:

Tabla 6. Leyenda mapas de cobertura de suelo.

LEYENDA DE COBERTURA VEGETAL ADAPTADA DE LA METODOLOGIA CORINE LAND COVER	
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	
1.1 Zonas urbanizadas	
1.1.1 Tejido urbano continuo	
1.1.2 Tejido urbano discontinuo	
1.2 Zonas de extracción minera	
1.2.1 Zona de Extracción Minera(Cantera de Arena)	
2. TERRITORIOS AGRICOLAS	
2.1 Pastos	
2.1.1 Pastos limpios	
2.1.2 Pastos enmalezados	
2.1.3 Pastos y arbustos	
2.2 Áreas agrícolas heterogéneas	
2.2.1 Mosaico de pastos y cultivos	
2.2.2 Mosaico de pastos-cultivos y espacios naturales	
2.2.3 Mosaico de pastos-cultivos y espacios naturales(arbustos)	
2.2.4 Mosaico de pastos y espacios naturales(arbustos)	
2.2.5 Mosaico de pastos y espacios naturales(bosque ripario)	
2.2.6 Mosaico de pastos y espacios naturales(bosque achaparrado)	
2.2.7 Mosaico de pastos y espacios naturales(Pajonal arbustal)	
2.2.8 Mosaico de pastos y espacios naturales(Pajonal)	
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMI NATURALES	
3.1 Bosques	
3.1.1 Bosque natural denso	
3.1.2 Bosque natural fragmentado	
3.1.3 Bosque ripario	
3.1.3 Bosque plantado	
3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	
3.2.1 Arbustos	

³⁷ CORMAGDALENA, IGAC, IDEAM. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena – Cauca. Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia escala 1:100.000. 2007”, pág. 48 - 90

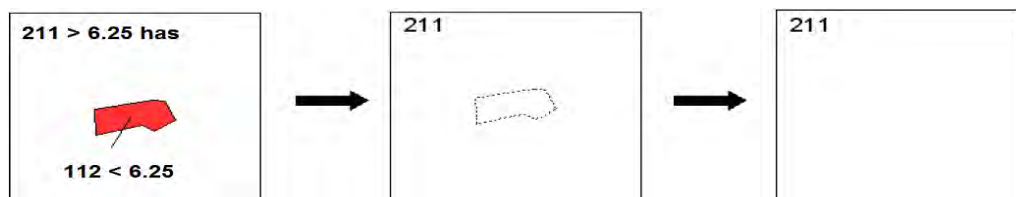
3.2.2 Vegetación de Subpáramo
3.2.3 Vegetación de páramo(arbustal)
3.2.4 Vegetación de páramo(bosque achaparrado)
3.2.5 Vegetación de páramo(Pajonal arbustal)
3.2.5 Vegetación de páramo(Pajonal)
3.2.6 Vegetación de páramo(Pajonal frailejonal)
3.2.7 Vegetación de Superpáramo
3.3 Áreas abiertas ,sin o con poca vegetación
3.3.1 Tierras Desnudas o Degradadas(azufreras)
4. ÁREAS HUMEDAS
4.1 Áreas húmedas continentales
4.1.1 Turbera
5. SUPERFICIES DE AGUA
5.1 Aguas continentales
5.1.1 Lagos, Lagunas y Ciénagas Naturales

Fuente: este estudio

Para la delimitación y edición de las unidades de coberturas fue necesario implementar procesos establecidos para el mapeo de información digital en formato shapefile (shp), generalización coberturas de área reducida a las coberturas vecinas si cumplen el tamaño mínimo de mapeo requerido, de tal forma que puede ocurrir que algunos polígonos se encuentren rodeados por una unidad mayor en forma individual o que formen parte de un grupo de unidades, sin embargo si no cumple con la unidad mínima de mapeo establecida para la investigación de 6,25 has, se implementa el proceso de generalización de coberturas, unificando la unidad o clase a la cobertura más cercana para consolidar una sola extensión de cobertura en particular.

Si una unidad (<6,25 has) se encuentra alrededor de una unidad de tamaño mayor a 6,25 has, la unidad pequeña se agrega a la unidad grande.

Figura 9. Caso donde se encuentra un polígono pequeño dentro de un polígono grande 112 <6.25 211 >6.25 has

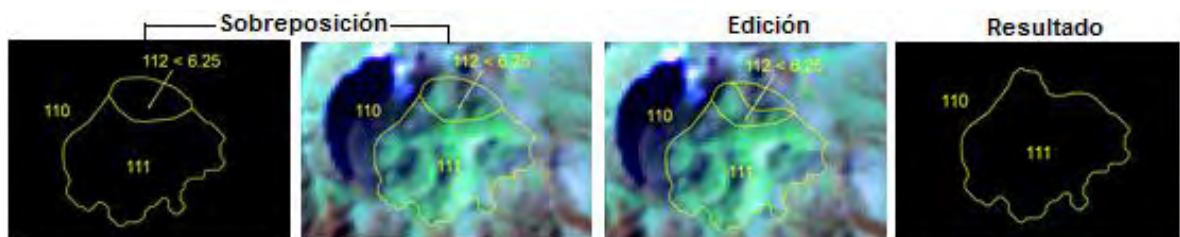


Fuente: CORMAGDALENA, IGAC, IDEAM 2007

Si la unidad es ($<6,25$ has) y se encuentra rodeada por 2 o más unidades mayores a 6,25 has, la unidad menor es agregada o dividida proporcionalmente con las unidades vecinas. Este tipo de agregación está en función del tipo de cobertura de la unidad pequeña y de las unidades vecinas. Es necesaria para el proceso de generalización la sobreposición de imágenes.

La figura No 11. Representa un caso donde se encuentra un polígono pequeño dentro de dos polígonos grandes. Si $110 > 6,25$ has; $111 > 6,25$ has, entonces $112/110, 111$. De tal forma que la unidad 112 representara un porcentaje en extensión de área para las coberturas 110 y 111

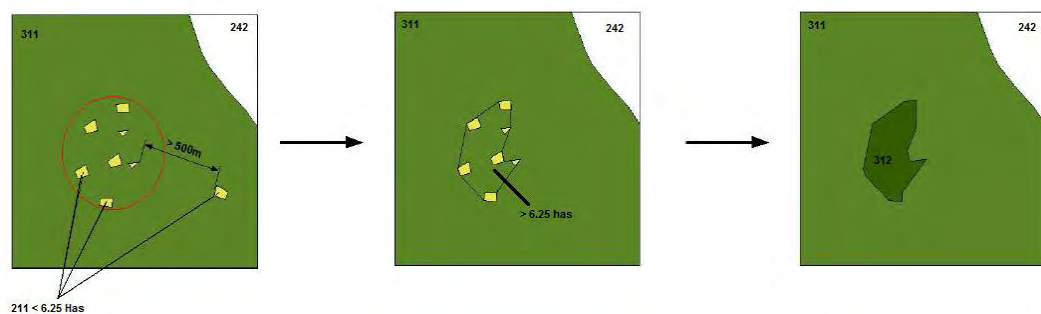
Figura 10. Proceso de fusión de polígonos vecinos



Fuente: este estudio

Si una unidad grande de bosque natural denso mayor a 6,25 has (311), presenta un conjunto de pequeñas áreas de deforestación y/o cultivos menores a 6,25 has (211), puede constituir una clase, para lo cual es necesario considerar la densidad de las intervenciones. Si es inferior al 5% se mantiene la clasificación de bosque natural denso (311); cuando se encuentra entre el 5% y el 30% se delimita como bosque natural fragmentado Figura No 12 y en el caso de hallarse entre el 30% y el 70% se delimita como una zona de mosaicos.

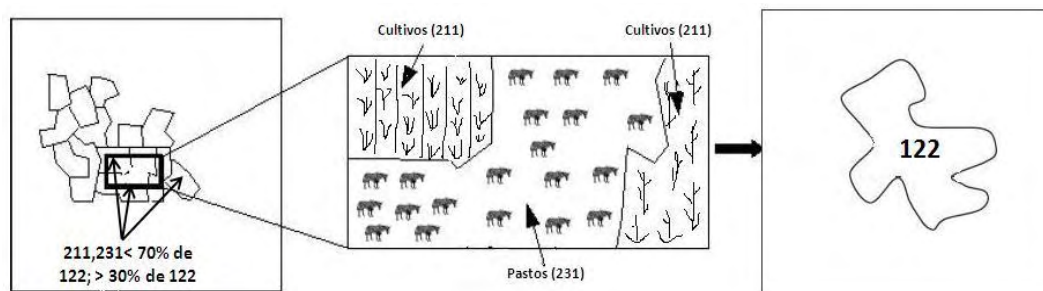
Figura 11. Delimitación de Bosque Natural Fragmentado



Fuente: CORMAGDALENA, IGAC, IDEAM 2002

La delimitación de mosaico de pastos y cultivos figura 13. Es una mezcla de tierras agrícolas y pastos destinados a la ganadería, donde ninguna de las dos unidades debe ser mayor del 70% ó menor del 30% del mosaico delimitado (122)³⁸.

Figura 12. Delimitación de Mosaico de Pastos y Cultivos



Fuente: CORMAGDALENA, IGAC, IDEAM 2007³⁹.

5.2.3.3 Elaboración de los mapas de cambios de cobertura vegetal. La elaboración de los mapas de cambios de los periodos de 1987-2010, 1987-1997, 1997-2002 y 2002-2010, consistió básicamente en el cruce de bases de datos digitales que resultaron de los mapas de cobertura, de tal forma que se utilizó la herramienta “*intersect*”, del programa ArcGis, que da como resultado los sectores donde se presentaron los cambios y por ende los más representativos.

La unidad mínima de mapeo de los mapas de cambios no es el mismo valor utilizado para los mapas de cobertura, hay que tener en cuenta que la unidad de mapeo que se debe trabajar en los mapas de cambios debe ser la raíz cuadrada de la unidad utilizada para coberturas; que para este estudio es 2,5 has, siendo esta la raíz cuadrada de 6,25 has.

El Programa ArcGis genera los polígonos de cambios automáticamente y Posteriormente a esto se debe tener en cuenta los criterios y situaciones tomados de la metodología de Corine Land Cover.

A continuación se enumera algunas situaciones a tener en cuenta para identificar y mapificar claramente los polígonos de cambios:

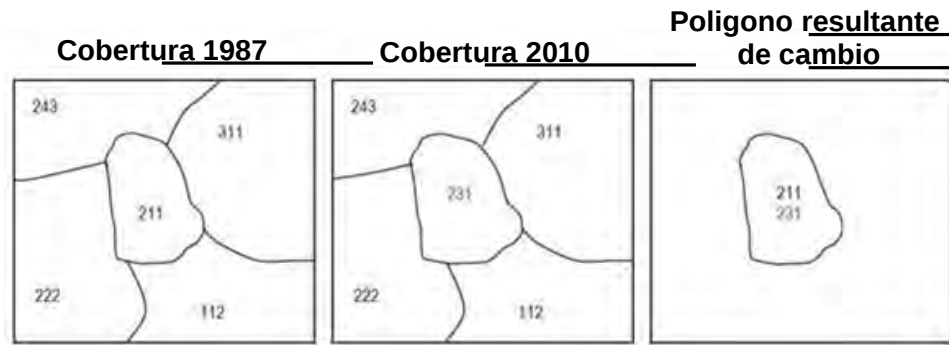
En este caso se observa un polígono de cobertura que se denomina 211 del año de 1987 pasa a ser un tipo de cobertura 231 para el año de 2010, manteniendo su

³⁸ Ibid. Pag 30.

³⁹ Ibid. Pag 30.

misma extensión de área y Como resultado para el mapa de cambios aparece la unidad que cambió indicando que paso de ser una cobertura de 211 a una 231 como se muestra en la siguiente figura 16.

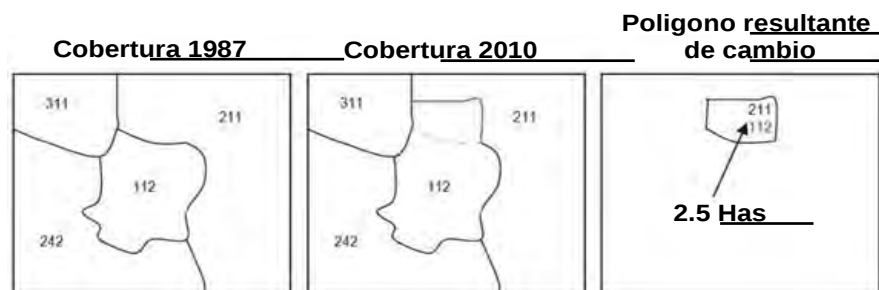
Figura 13. Situación de cambio de un tipo de cobertura completo a otro



Fuente: Corine Land Cover updating for the year 2000⁴⁰.

- Situación donde un polígono de cobertura denominado 112 del año de 1987, se evidencia un incremento en su extensión de cobertura para el año de 2010, mostrando disminución en la cobertura 211. Como resultado en el mapa de cambios solo aparece el área del incremento de la unidad, que está cambiando de 211 a 112 como se ilustra en la siguiente figura 17.

Figura 14. Situación de cambio de un polígono por incremento de área

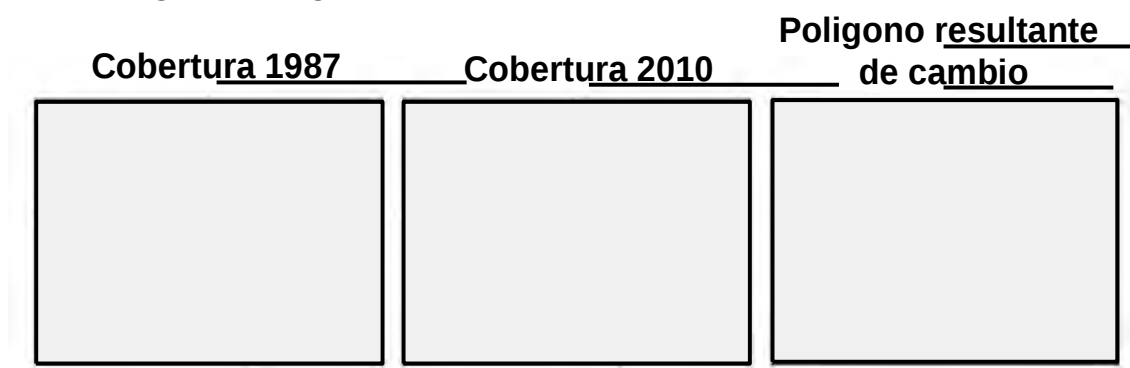


Fuente: Corine Land Cover updating for the year 2000⁴¹

⁴⁰ European commission Directorate General Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, European Environment Agency. CORINE Land Cover updating for the year 2000, IMAGE 2000 and CLC 2000 Products and Methods. 2000. Pag 99, dado por GUERRERO OBANDO Daisy Gabriela. ORTEGA SOLARTE Daniel Antonio. Estudio del cambio de la cobertura vegetal en el área de influencia occidental del P.N.N. complejo volcánico Doña Juana - cascabel periodo 1989-2011.Pag 51.

- Situación donde en un polígono grande denominado (243) del año de 1987 evidencia un cambio significativo para el año de 2010, y aparece un polígono más pequeño (311) dentro de la cobertura (243). Como resultado, en el mapa de cambios solo aparece el área del nuevo polígono que está indicando que se presentó el cambio de cobertura de tipo (243) a (311) como se muestra en la siguiente figura

Figura 15. Situación donde aparece otra cobertura dentro de una unidad de cobertura vegetal más grande



Fuente: Corine Land Cover updating for the year 2000⁴²

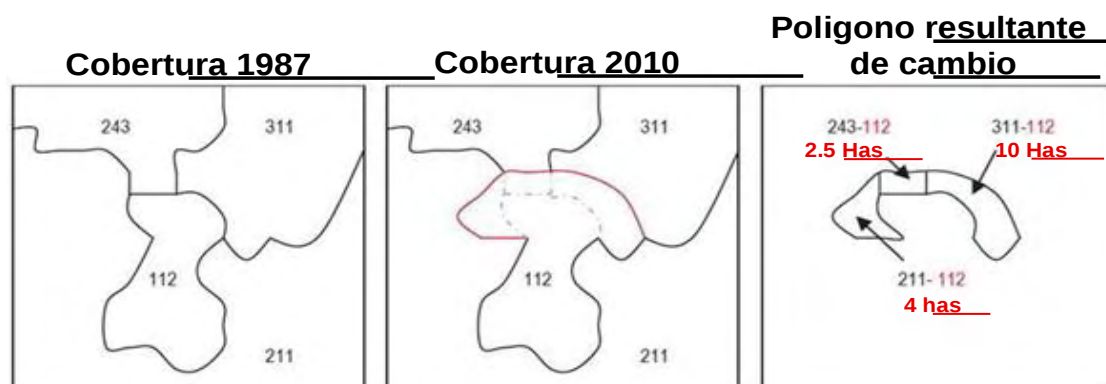
- Situación donde la intersección de polígonos de coberturas genera un traslape entre estas incluyendo simultáneamente varios cambios significativos, algunos de ellos más pequeños que 2.5 has. Sin embargo se observa el incremento de la unidad denominada (112).

En la figura No 20 se muestra el incremento de un polígono sobre varias unidades. Encontrando como resultado en el mapa de cambios las unidades que están contribuyendo al incremento del cambio, que para este caso solo serían los polígonos que se encuentran al centro del 112, 243 y 311, para los cuales han sufrido algún tipo de intervención que modifico su área, denominado como cambio donde aparece una nueva cobertura ya sea de pastos, arbustos, cultivos etc.

⁴¹ European commission Directorate General Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, European Environment Agency. CORINE Land Cover updating for the year 2000, IMAGE 2000 and CLC 2000 Products and Methods. 2000. Pag 99. Dado GUERRERO OBANDO Daisy Gabriela. ORTEGA SOLARTE Daniel Antonio. Estudio del cambio de la cobertura vegetal en el área de influencia occidental del P.N.N. complejo volcánico Doña Juana - cascabel periodo 1989-2011. Pag 52.

⁴² Ibíd. Pag 37.

Figura 16. Situación de incremento de una cobertura sobre varias



Fuente: Corine Land Cover updating for the year 2000⁴³

Para la presentación de mapas de coberturas y cambios, se implementó de forma libre una plantilla elaborada por los investigadores, en donde se involucraran los lineamientos básicos establecidos para este tipo de salidas graficas (mapas) como lo son: Dimensión de la mancheta, escala de la representación gráfica, leyenda y la simbología.

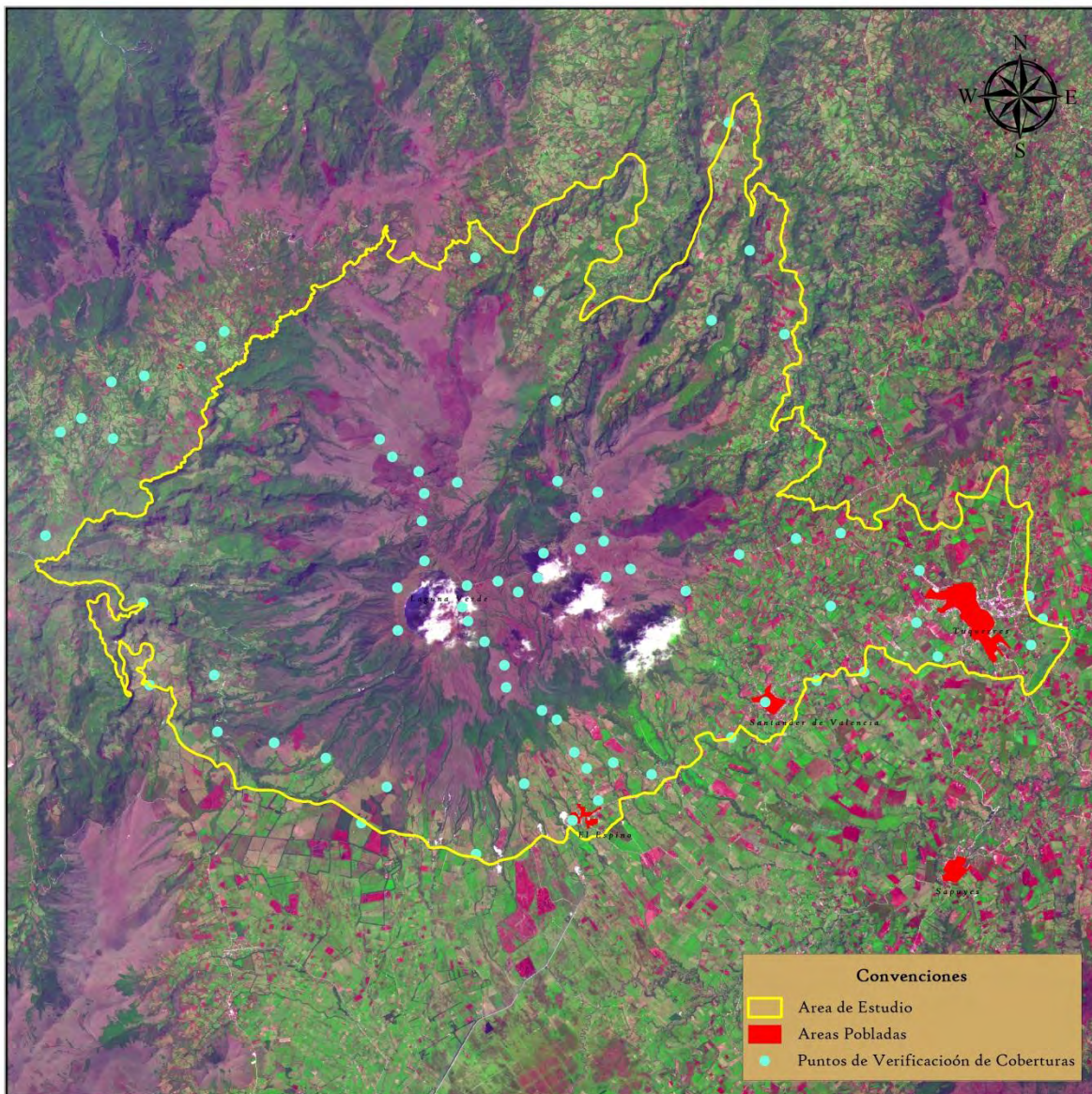
5.3 FASE 3 TRABAJO DE CAMPO

Las salidas de campo fueron un conjunto de actividades fundamentales para generar un acercamiento con el área de estudio, donde se realizó el reconocimiento preliminar de los diferentes tipos de cobertura, con el principal propósito de corroborar la información adquirida previamente en el procesamiento de las imágenes satelitales, y realizar entrevistas en las áreas donde se presentaron los mayores cambios de la cobertura de suelo, para posteriormente realizar las memoria explicativas de los productos cartográficos.

5.3.1 Recorridos por el área de estudio. Inicialmente, esta actividad cumple con el propósito de identificar los diferentes tipos de cobertura, generalmente de una forma parcial, donde los recorridos se realizaron en base a la caracterización de las principales coberturas evidenciadas de forma clara; como son la vegetación de páramo, bosque natural denso y mosaico de pastos y cultivos, obteniendo un registro fotográfico que complemente la información recogida en campo por los investigadores.

⁴³ Ibíd. Pag 98.

Figura 17. Puntos de verificación de Coberturas



Fuente: este estudio

5.3.1.1 Verificación de coberturas. A partir de los resultados obtenidos a través del procesamiento de las imágenes satelitales aplicando el método denominado clasificación supervisada, es necesario hacer el proceso de verificación de coberturas para todas aquellas unidades que fueron cartografiadas y no se tenga claridad en su delimitación, donde la salida de campo se aplica con el fin de corroborar la información y precisar los resultados que se requiere en la delimitación de las coberturas de suelo.

5.3.1.2 Identificación de factores y sectores estratégicos, Realización de entrevistas. La identificación de los sectores estratégicos dentro de las áreas que presentaron mayores cambios se realizó con el propósito de señalar los factores que han incidido en la transformación de las coberturas, donde al realizar el cruce de la información se obtiene aquellos sectores que presentaron cambios de cobertura, priorizando aquellos con mayor área, donde se aplicó el modelo de entrevistas, utilizando un dialogo de manera informal, con el propósito de incentivar al entrevistado, de tal manera que la información que se recolecte se confiable y veraz, donde se utilizaron preguntas tale como ¿Desde hace cuantos años vive usted en ésta zona?, ¿Cuál es su principal actividad agropecuaria actual?, ¿Por qué se cultiva o se hace ganadería sobre la zona de páramo?, ¿Lo han invitado a algunas charlas de conservación?, ¿Usted cree que los suelos son aptos para los cultivos como el de papa?, ¿Por qué se realizan las quemas sobre la vegetación de páramo?, ¿Qué cambios ha mirado en la cobertura vegetal en los últimos años?, ¿usted es consiente del daño que le causa al páramo al establecer cultivos?, a partir de las respuestas se sacaron conclusiones que determinaron los factores incidentes en el cambio de la cobertura de suelo.

5.4 FASE 4 ANALISIS DE LA INFORMACION Y ESTRUCTURACION DE LOS RESULTADOS.

5.4.1 Depuración de la información secundaria. Toda la información que se seleccionó para el desarrollo de la investigación, ya sea información escrita, tomada especialmente de libros, textos, autores, censos DANE, consolidado agropecuario para los año 2009-2010, esquemas y planes de desarrollo municipales, permitió realizar el marco teórico de la investigación y la caracterización general socioeconómica de los cuatro municipios. También a partir de las imágenes satelitales, fotografías aéreas y productos cartográficos tales como planchas, Shapefile, se logró la esquematización de los mapas de localización y de las diferentes coberturas para cada año.

5.4.1.1 Caracterización socioeconómica. Dentro de la caracterización socioeconómica, primeramente se realizó la identificación de las actividades productivas de cada municipio, de acuerdo a los consolidados agropecuarios correspondientes a los años 2009 y 2010, teniendo en cuenta los principales cultivos, los cuales se encuentren por encima de los 2.300 m.s.n.m, donde se identificó cuáles de las actividades generan mayor rentabilidad, de acuerdo a la comparación de los valores totales en las cosechas frente al potencial productivo de cada municipio.

Para el análisis demográfico se utilizaron los censos del DANE pertenecientes a los años de 1985-1993-2005, haciendo referencia a los procesos de incremento de la población, relacionando algunos cambios de cobertura con el crecimiento demográfico que presentaron algunos municipios; también se relacionó el nivel de escolaridad haciendo referencia a la parte cultural de la población, donde la educación ambiental se ve aplicada a la comunidad, generando mejoras en las condiciones de vida y el cuidado de los recursos naturales.

5.4.1.2 Elaboración de los mapas. La elaboración de los mapas, fue un proceso en el cual se utilizó productos cartográficos, del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, tales como red de drenaje, vías y algunos nombres de lugares, siendo necesario la edición de algunos segmentos para obtener mayor precisión; teniendo esta base inicial se agrupa los diferentes shapes realizados en la investigación, obteniendo los mapas de localización, coberturas de suelo y cambios.

Para la edición de estos productos cartográficos, se utilizó la mancha en orientación vertical, a una escala 1:50.000 diseñada por los autores de la investigación.

5.4.2 Depuración de la información primaria. Dentro de la consolidación de las memorias explicativas de cada mapa, se encuentra plasmada la mayor parte de la información primaria, producto de los recorridos realizados en las salidas de campo hacia el área de estudio.

Las memorias explicativas para los mapas, presenta la información relacionada con la identificación y descripción de las unidades de cobertura y los periodos de cambios, donde a partir del recorrido realizado por diferentes sectores, es referenciada para cada municipio, en base a las características físicas donde se ubiquen, principalmente la altura sobre el nivel del mar, lugares, veredas y microcuencas.

Para hacer mejor la interpretación de las memorias explicativas, fue necesario el uso de gráficas y tablas, donde se expone los valores de área tanto de las coberturas como los mapas de cambios.

En síntesis se obtuvo un documento técnico, el cual contiene la estructura y resultados de la investigación, acompañado de 11 productos cartográficos, correspondiente a los mapas de coberturas, cambios y localización.

6. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA GENERAL

6.1 División político administrativa. El área de estudio se encuentra conformada por cuatro Municipios, 12 Corregimientos y 29 Veredas; los municipios que hacen parte de esta área son, Túquerres, Sapuyes, Mallama y Santacruz, de estos cuatro, en Túquerres y Sapuyes existen resguardos indígenas no constituidos, siendo reconocidos como Resguardos Coloniales. En la tabla 8, se muestra cada municipio con sus respectivos Corregimientos y Veredas que hacen parte del área de estudio.

Tabla 7. División político administrativa

Municipios	Corregimientos	Veredas
Túquerres	Rancho grande	El salado, Rancho grande, Guasi, potrerrillo Azufra, Esnabu
	Santander	Manzano alto, Chungel, ciénaga
	Tutachag	Tutachag alto, Chanarro alto
	Pinzón	San José
	Cuatro esquinas	Cofradía, el socorro, Guayaquilla
	San roque	San roque alto, san roque bajo, pescadillo
Sapuyes	El espino	El espino, Panamal
Mallama	El guabo	Pueran, el verde
	Chambú	Guaises, Tercan, Chambú
	Puspued	oscurana
Santacruz	Piaramag	Cualchag, el diamante
	Balalaika	Changanan, Taquelán

Fuente: Plan básico ordenamiento territorial, Esquema ordenamiento territorial municipios, Túquerres, Santacruz, Mallama, Sapuyes, 2008-2011.

El área de estudio presenta una extensión de 17.774 has, donde al municipio de Mallama (Piedrancha) le corresponde 7.006 has, Túquerres 4.978 has, Sapuyes 3.021 has, y El área más pequeña le corresponde al municipio de Santacruz, con

Basándose en el consolidado agropecuario departamental, se tuvo en cuenta los productos que se cultivan desde los 2.300 m.s.n.m, ya que son los que se encuentran dentro del área de estudio; la mayoría de los cultivos son transitorios, su etapa de producción varía entre los 3 y 6 meses, siendo algunos los más representativos dentro del sustento económico de la población.

En la siguiente tabla se muestra los productos en su orden de producción.

Tabla 8. Área y producción de cultivos para el municipio de Túquerres

Cultivo	Área Sembrada Semestre B 2009 Has	Área Sembrada Semestre A 2010 Has	Producto/ton Semestre B 2009	Producto/ton Semestre A/2010
Papa	2.130	3.000	46.800	64.670
Haba	200	300	2.66	3.360
Zanahoria	200	200	3.240	2.660
Repollo solo	115	120	2.652	2.881
Arveja	15	15	46	49

Fuente: Consolidado Agropecuario 2009- 2010 – Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente – CCI

En el municipio de Sapuyes, el producto que genero mayor rentabilidad para el año 2010 fue, la papa con una área de 1.040 has, de las que se cosecharon 1.000 has, con una producción de 16.560 toneladas, los demás productos como el haba arveja, maíz y frijol asociado, presentaron una baja producción como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 9. Área y producción de cultivos para el municipio de Sapuyes

Cultivo	Hectáreas	Toneladas
Papa	1.040	16.560
Haba	20	240
Arveja	15	48
Maíz	30	54
Frijol asociado	30	15

Fuente: Consolidado Agropecuario 2010 – Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente – CC

En la siguiente tabla se observa los productos más representativos para el municipio de Mallama, con su respectivo valor de hectáreas y producción.

Tabla 10. Área y producción de cultivos para el municipio de Mallama (Piedrancha)

Cultivo	Hectáreas	Toneladas
Papa	50	385
Frijol arbustivo	30	18
Amapola	170*	

Fuente: Consolidado Agropecuario 2010 – Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente – CC

* FUENTE: URPA, UMATÁ Mallama, Cálculos del EOT. 2010

El municipio de Santacruz, la producción es baja encontrando cultivos transitorios, siendo la papa como la de mayor producción con un área cosechada de 19 has, obteniendo una producción de 190 toneladas, los demás productos que se encuentran en el municipio no superan las 15 toneladas y algunos de mayor productividad se encuentran por debajo de los 2.300 m.s.n.m, por lo que no son tenidos en cuenta para esta investigación.

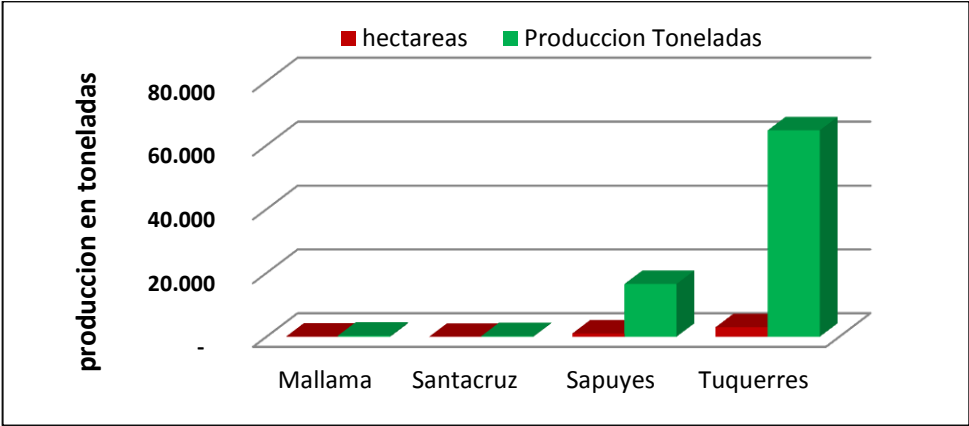
Tabla 11. Área y producción de cultivos para el municipio de Santacruz (Guachaves)

Cultivo	Hectáreas	Toneladas
Papa	19	190
Frijol arbustivo	30	12

Fuente: Consolidado Agropecuario 2010 – Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente – CC

De los cultivos mostrados anteriormente, el cultivo de papa es el principal tubérculo que presenta mayor rentabilidad, donde la productividad varía para cada uno de los municipios, como lo muestra la figura 24. A pesar que la actividad agrícola asociada a la siembra de productos tales como la papa, cebolla, hullocos y algunas hortalizas, es una base para la economía de la región, los habitantes consideran que en los últimos años dicha actividad se ha ido relevando para dar paso a la producción ganadera, argumentando que ya es casi imposible la producción en el campo, debido a los altos precios de los insumos utilizados para estos fines, encontrando así en la ganadería una opción más favorable para el sustento económico de las familias.

Figura 19. Productividad de papa para los cuatro municipios año 2010

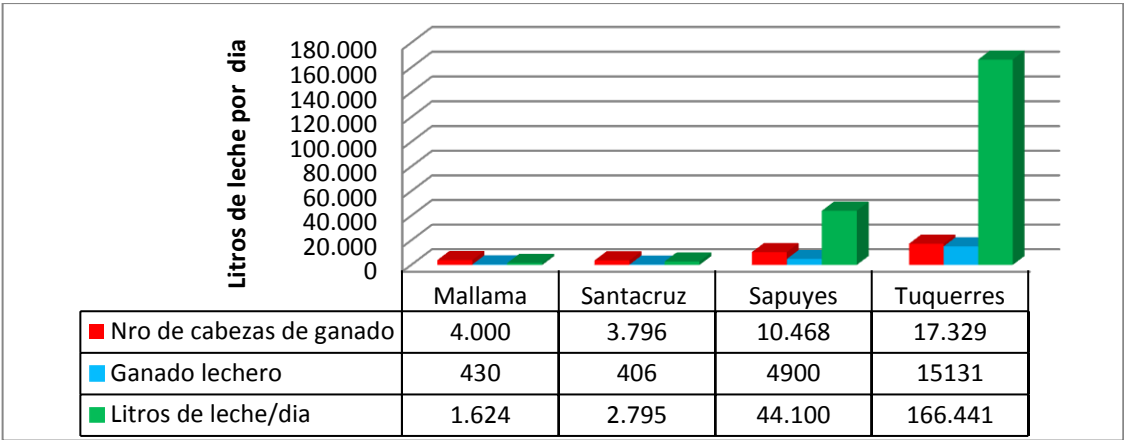


Fuente: este estudio

Según el consolidado agropecuario, se encuentra que la ganadería para el año 2010 presenta una población de 35.593 cabezas de ganado distribuidas en los cuatro municipios que conforman el área de estudio, donde se genera una producción de leche diaria de 214.960 litros.

A pesar de ser una de las principales actividades económicas, la ganadería no ha sido tecnificada, aun no existen programas de nutrición, manejo y mejoramiento genético consolidado, haciendo de esto una productividad baja que afecta a los pequeños y medianos productores

Figura 20. Comparación Producción de leche



Fuente: este estudio

Otra actividad productiva asociada al desarrollo socioeconómico es la minería, encontrada en los municipios de Sapuyes, Mallama y Santacruz, principalmente en las minas de arena de Sapuyes, localizada en los corregimientos del Espino y Panamal, sector de importancia para la economía ya que abastecen a los constructores de la región y del Departamento de Nariño.⁴⁴

Figura 21. Mina de arena sector El Espino Sapuyes



Fotografía: Jack Pastrana 2013

La explotación de minerales auríferos en el municipio de Santacruz, presenta actividades relacionadas con la exploración y explotación, esta situación de privilegio que posee el Municipio, ha generado a través del tiempo el interés por parte de sus pobladores y foráneos, quienes se dedican a explotar la riqueza aurífera que les ofrece la zona. Las minas que están en fase de explotación son las nombradas a continuación; El Diamante, El Tábano, El Salado, La Esparta, La Pirita, El Desquite y La Balvanera, siendo esta última con mayor organización. Las dos primeras son las más antiguas explotaciones donde las actividades se practican desde más de 60 años, por compañías extranjeras.⁴⁵

El municipio de Mallama considerado como uno de los más privilegiados en cuanto a la existencia de grandes recursos minerales según INGEOMINAS Y CORPONARIÑO, no poseen los recursos suficientes para su explotación, encontrando cantidad de socavones en los taludes de las vías donde se practica

⁴⁴ Plan Municipal de Desarrollo “Sapuyes Digno. Pág. 83

⁴⁵ Plan de Desarrollo Municipal Periodo 2008 - 2011santacruz ya es de todos

esta actividad de manera artesanal sin ninguna medida de protección; Según datos suministrados hasta junio de 2010, se estima en 44 solicitudes de concesiones de exploración y explotación que para el momento se encuentran tituladas siete minas, tres de oro y plata, tres de manganeso y una de materiales de construcción, de las cuales cuatro funcionan parcialmente y el resto continúan sin explotar⁴⁶

Figura 22. Socavón, mina de oro artesanal municipio de Mallama



Fotografía: Robert López 2014

6.1.2.1 Demografía. La realización de un análisis de la población de los municipios que se encuentran inmersos dentro del área de estudio, se hizo teniendo en cuenta los últimos tres censos realizados por el DANE en los años de 1985, 1993, 2005, con lo cual se estimara si la población ha tenido que ver en los cambios que se han presentado en la cobertura del suelo.

Tabla 12. Totales de la población en los municipios

Municipios	Censo 1985	Censo 1993	Censo 2005
Túquerres	35.510	38.151	41.205
Sapuyes	6.227	8.430	7.369
Santacruz	7.880	3.628	16.869
Mallama	6.574	10.604	8.317

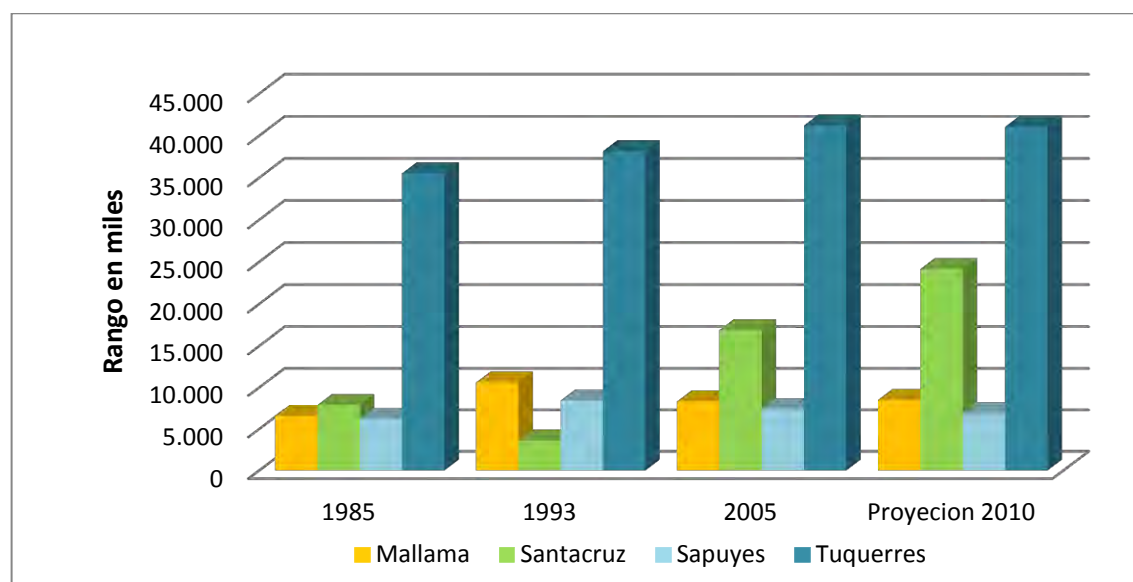
Fuente: este estudio

⁴⁶ Plan de Desarrollo Municipal de Mallama 2012 – 2015“ Una vez más, vamos en minga por el Desarrollo Integral”

Según la proyección que se hace para el año 2010, el municipio de Santacruz contara con 24.130 habitantes, incrementando su población en 7.261, siendo el municipio que más crecimiento presentara, en segundo lugar esta Mallama con un incremento de 176 habitantes pasando de 8.317 a 8.493; los municipios que presentaran decrecimiento poblacional serán, Sapuyes en primer lugar con 466 habitantes, seguido de Túquerres que tendrá 159 habitantes menos, cabe aclarar que la población de Túquerres es 7 veces más grande que la población del municipio de Sapuyes.

La siguiente grafica muestra el comportamiento de la población para cada año, en referencia a los censos realizados por el DANE a nivel nacional y la proyección a 2010.

Figura 23. Comportamiento poblacional por municipios



Fuente: este estudio

Frente al nivel de escolaridad, se encuentra que el municipio de Túquerres el 59,3% de la población residente ha alcanzado el nivel básico primario, secundaria el 20,4% a y el 4,3% el nivel superior y postgrado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 10,8%. Para Sapuyes la población residente el 64,5% ha alcanzado el nivel básica primaria; el 19,3% la secundaria y el 2,4% el nivel superior y postgrado; la población sin ningún nivel educativo es el 9,6%. Mallama el 53,7% de la población ha alcanzado el nivel básica primaria, el 19,1% ha alcanzado secundaria y el 4,1% el nivel superior y postgrado; la población sin ningún nivel educativo es el 15,3%. En último lugar el municipio de Santacruz

presenta un alto grado de analfabetismo con un 18.5% de población sin ningún nivel de educación, del resto el 61,0% de la residente ha alcanzado el nivel básica primaria; el 13,6% ha alcanzado secundaria y el 2,0% el nivel superior y postgrado.⁴⁷

7. DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE COBERTURA DE LA TIERRA.

En el siguiente capítulo se hará una descripción general de las coberturas identificadas en el área de estudio, considerando las de mayor cobertura y mayor nivel jerárquico según la metodología utilizada, posteriormente a esto se podrán encontrar de manera puntual y detallada el tipo de coberturas y su distribución en los diferentes años establecidos en el proyecto (1987-1997-2002-2010).

7.1 Territorios Artificializados. Son todas aquellas áreas que se encuentran en proceso de urbanización ya sea gradual o de cambio de uso en del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos.

En el área de estudio se identificaron los siguientes niveles correspondientes a esta categoría:

7.1.1 Zonas urbanizadas. Incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados a ella que configuran un tejido urbano⁴⁸.

Cuadro 1. Territorios artificializados, tejido urbano continuo y discontinuo

Tejido Urbano continuo (Tzuc)	Incluye
Esta cobertura está asociada a elementos propios de un tejido urbano consolidado tales como edificación, vías y superficies artificialmente, se configuran en más del 80% de la superficie de la unidad identificada el porcentaje restante lo conforman espacios verdes y suelo desnudo	•Redes de carreteras, con ancho inferior a 15 metros, áreas deportivas y zonas peatonales. •Edificaciones de servicios escuelas, hospitales, parqueaderos, infraestructura de comunicación, áreas asfaltadas y verdes que constituyen menos del 20% de la superficie total de la cobertura. •Viviendas de tipo unifamiliar o multifamiliar con un porcentaje de participación con más del 80% en la unidad de cobertura. •Escombreras y vertederos con área inferior a 6,25has •Zonas de dispersión (plazas) con importancia histórica-cultural

⁴⁷ Dane. Censo general 2005.

⁴⁸ IDEAM. CORMAGDALENA. IGAC. Mapa de cobertura de la tierra cuenca magdalena-cauca. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000.

	No incluye
	•Redes de carreteras con ancho superior a 15 metros. •Edificaciones de servicios (escuelas, hospitales, parqueaderos, infraestructura de comunicación, áreas asfaltadas y verdes) que constituyen más del 20% de la superficie total de la cobertura. •Escombreras y vertederos con área superior a 6,25has. •Cementerios con tamaño superior a 6,25has.
Tejido Urbano discontinuo (Tzud)	Incluye
Espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías infraestructura cubren artificialmente la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierto por vegetación.	•Casas individuales dispersas, con jardín y espacios verdes. •Redes de carreteras, con ancho menor de la vía menor a 15 metros. •Edificaciones de servicios (escuelas, hospitales, parqueaderos, infraestructura de comunicación, áreas asfaltadas y verdes) que constituyen menos del 20% de la superficie total de la cobertura. •Escombreras y vertederos con área inferior a 6,25has.
	No incluye
	• Aglomeración de viviendas con alta densidad habitacional. •Redes de carreteras, con ancho de la vía superior a 15 metros. •Edificaciones de servicios (escuelas, hospitales, parqueaderos, infraestructura de comunicación, áreas asfaltadas y verdes) que constituyen más del 20% de la superficie total de la cobertura •Escombreras y vertederos con área superior a 6,25has. •Cementerios con tamaño superior a 6,25has.

7.1.2 Zonas de extracción minera y escombreras. Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras, de construcción, producción industrial y vertimiento de residuos de diferente origen.

7.1.2.1 Zonas de extracción minera-cantera de arena. Esta cobertura está dedicada principalmente a la extracción de materiales arenales para atender las necesidades de la construcción en zonas propias y aledañas al área de estudio.

Cuadro 2. Territorios artificializados, Zona de extracción minera

Zonas de extracción minera-cantera de arena (Tzem)	Incluye
Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales asociados con actividades mineras, de construcción, producción industrial y vertimiento de residuos de diferente origen.	•Zonas de extracción minera (cantera de arena). Esta cobertura está dedicada principalmente a la extracción de materiales arenales para atender las necesidades de la construcción en zonas propias y aledañas al área de estudio.
	No incluye •Canteras de arenas con área igual o mayor a 6,25has •Canteras de arenas con área menor a 6,25has.

7.2 Territorios Agrícolas. Son considerados como la oferta ambiental (Áreas de producción agrícola, ganadera y de explotación de recursos naturales) encontrando coberturas de tercer nivel que involucran pastos limpios, pastos enmalezados, pastos y arbustos también áreas agrícolas heterogéneas entre mosaicos de cultivos transitorios, pastos y espacios naturales.

7.1.3 Pastos. Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por gramíneas, de la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años.⁴⁹

Para incluir los criterios de clasificación de pastos y determinar las unidades de mapeo se tuvo en cuenta lo siguiente:

Cuadro 3. Territorios agrícolas, pastos limpios, pastos enmalezados, pastos y arbustos

Pastos Limpios (TApl1)	Incluye
Esta cobertura ocupa extensas áreas de pastizales que dominan las planicies identificadas en la zona de estudio, estas áreas de pastos son manejados o presentan algún tipo de manejo, ya que son utilizados para actividades productivas relacionada con la alimentación de ganado por medio del pastoreo extensivo de la región, típico del sustento económico de la región.	•Pastos limpios con área mayor o igual a 6,25 has •Mezcla de matorrales y Arbustos con área menor al 30% respecto al área de pastos •Mezcla de parcelas de cultivos que constituyan menos del 30% del área de pastos •Pastos enmalezados que no constituyen el 30% del área de pastos. •Zonas que se encuentran en desarrollo urbano (viviendas rurales, cercas vivas (setos).

⁴⁹ IDEAM. CORMAGDALENA. IGAC. Mapa de cobertura de la tierra cuenca magdalena-cauca. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000.

	No incluye • Pastos limpios con Área Menor a 6,25 has •Matorrales y Arbustos con área mayores al 30% del área de la unidad de pastos limpios •Matorrales y Arbustos con área mayores al 30% del área de la unidad de pastos limpios. •Pastos limpios con densidad de malezas o rastrojos mayor al 30% del área •Mosaicos de pastos y cultivos los cuales Constituyan un área mayor al 30% respecto al área de Pastos limpios.
Representa las zonas con actividades de tipo pecuaria ocupando una gran importancia para la economía de la región.	
Pastos Enmalezados (TApe2) Esta cobertura hace referencia a pastos limpios abandonados en su mayoría, sin embargo no se descarta su procedencia de otro tipo de cobertura a los cuales no se han establecido prácticas de específicas de manejo y por ende se encuentran abandonadas y sin ningún tipo de uso, también se conocen como emrastrojados, en su mayoría los podemos evidenciar cercanos las zonas de pastos limpios o mosaicos de pastos y cultivos.	Incluye •Pastos enmalezados con área mayor a 6,25 has •Presencia de pastos limpios que no constituyen más del 30% respecto al área total de pastos enmalezados. •Áreas de mosaicos de cultivos transitorios abandonos por más de tres años y que no representen menos de 30% de la superficie de pastos enmalezados. •Arbustos y matorrales que no constituyan más del 30% de la superficie de pastos enmalezados •Espacios naturales, arbustos, Bosque Ripario que representen menos del 30% de la superficie total de pastos enmalezados. No incluye •Pastos enmalezados con área menor a 6,25 has •Arbustos y matorrales que constituyan más del 30% del área de pastos enmalezados. •Plantaciones forestales que representen un área mayor al 30% de la superficie de pastos. •Pastos limpios, espacios naturales, Bosque Ripario mayor al 30% del área.
Puede presentar confusión en el proceso de interpretación con los pastos y arbustos y con la unidad de arbustos y matorrales para su identificación y diferenciación se requiere el apoyo de información secundaria como fotografías aéreas, mapas temáticos, control de campo y otra información agrícola.	
Pastos y Arbustos (TApa3) Cobertura que incluye tierras cubiertas con pastos en los cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles, distribuidos en zona dispersa, las coberturas de arbustos debe ser mayor al 30% y menor al 50% del área de pastos y arbustos.	Incluye •Pastos y arbustos con área mayor a 6,25 has •Pastos limpios que constituyan un área menor al 30% a la superficie total de pastos y arbustos •Pastos enmalezados que representen un área menor al 30% a la superficie total de pastos y arbustos.

	No incluye
	•Pastos y arbustos con área menor a 6,25 has •Pastos limpios que constituyan un área mayor al 30% a la superficie total de pastos y arbustos •Pastos enmalezados que representen un área mayor al 30% a la superficie total de pastos y arbustos.

7.1.4 Áreas agrícolas heterogéneas. Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra. Se definieron las siguientes unidades.

Cuadro 4. Áreas agrícolas heterogéneas, mosaico de pastos y cultivos (espacios naturales)

Mosaicos de pastos y cultivos (TAHm1)	Incluye
Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 3.5 has) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.	•Mezcla de parcelas de pastos y cultivos donde sus parcelas son mayor a la unidad mínima de mapeo equivalente a 6,25 has. •Mezcla de Cultivos y pastos donde ningunos de los cultivos represente más del 70% del área total del mosaico. •Infraestructuras asociadas a los mosaicos de cultivos(viviendas urbanas y rurales, setos. vías)
	No incluye •Mezcla de parcelas de pastos y cultivos donde una de estas coberturas sea mayor al 70% del área total del mosaico. •Zonas asociadas a espacios naturales y que no representen más del 30% de la superficie total de mosaicos de pastos y cultivos.
Se puede considerar que esta es la zona de mayor productividad asociada con actividades de producción agrícola y ganadera.	
Mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales-Arbustos (TAHm2)	Incluye
Esta cobertura se conforma por las unidades de pastos y cultivos en combinación con espacios naturales, donde las coberturas de pastos y cultivos representan el 30% al 70% y el restante constituye el porcentaje aproximado para los espacios naturales específicamente conformados por arbustos,	•Mezcla de parcelas de pastos, cultivos y espacios naturales donde sus parcelas representen un área mayor a 6,25has. •Espacios naturales(Arbustos) que constituyan un área menor a 6,25has
	No incluye •Mezcla de parcelas de pastos, cultivos y

donde en su mayoría presentan poca transformación o intervención debido a las limitaciones de uso dadas por sus características biofísicas.	espacios naturales donde sus parcelas representen un área menor a 6,25has. •Espacios naturales (Arbustos) que constituyan más del 70% de la superficie total de la unidad, de ser así se entraría a clasificarla en las categorías de coberturas de bosques y áreas seminaturales.
Se debe analizar la distribución de los espacios naturales (arbustos) antes de conformar el mosaico, debido a que el área que se identifique en ella se pueda separar y desagrupar de las otras y no represente la totalidad de la unidad de cobertura, de tal forma que se pueda analizar el grado de porcentaje que representan los arbustos y que no constituyan más del 70% de la unidad, considerando así la conformación del mosaico.	
Mosaicos de pastos y espacios naturales-Arbustos (TAHm3)	Incluye •Mezcla de parcelas de pastos y espacios naturales donde sus parcelas representen un área mayor a 6,25has. •Espacios naturales(Arbustos) que constituyan un área menor a 6,25has
Esta cobertura se conforma por las unidades de pastos con espacios naturales, donde las coberturas de pastos representan el 30% al 70% y el restante constituye el porcentaje aproximado para los espacios naturales específicamente conformados por arbustos poco intervenidos y que debido a limitaciones de uso y por sus características biofísicas permanecen en estado natural o casi natural.	No incluye •Mezcla de parcelas de pastos y espacios naturales donde sus parcelas representen un área menor a 6,25has. •Espacios naturales (Arbustos) que constituyan más del 70% de la superficie total de la unidad, de ser así se entraría a clasificarla en las categorías de coberturas de bosques y áreas seminaturales. Mosaicos de pastos y cultivos los cuales Constituyan un área mayor al 30%
Mosaicos de pastos y espacios naturales-Bosque Ripario (TAHm4)	Incluye •Mezcla de parcelas de pastos y espacios naturales donde sus parcelas representen un área mayor a 6,25has. •Espacios naturales (Bosque Ripario) que constituyan un área menor o igual al 30% de la superficie total de la cobertura del mosaico. •Bosque de Ripario y/o galerías que representen un área menor a la unidad mínima de mapeo (6,25has). •Zonas que se encuentran en desarrollo urbano (viviendas rurales, cercas vivas (setos).
Se conforma principalmente por la mezcla de dos tipos de unidades; pastos y espacios naturales, donde las coberturas de pastos representan el 30% al 70% y el restante constituye el porcentaje aproximado para los espacios naturales específicamente conformados por Bosque Ripario donde se identifican en las franjas o bordes o las áreas	No incluye •Mezcla de parcelas de pastos y espacios naturales donde sus parcelas representen un área menor a 6,25has. •Espacios naturales (Bosque Ripario) que constituyan más del 70% de la superficie total de la unidad, de ser así se entraría a clasificarla en las categorías de coberturas de bosques y áreas seminaturales.

Para su interpretación e identificación es necesario apoyarse en aerofotografías y control y verificación en campo debido a que sus características como el patrón espacial pueden llegar a tener similitud con la unidad Mosaicos de pastos y espacios naturales (Arbustos).	
Mosaicos de pastos y espacios naturales Bosque achaparrado (TAHm5)	Incluye
Se conforma principalmente por la mezcla de dos tipos de unidades; pastos y espacios naturales, donde las coberturas de pastos representan el 30% al 70% y el restante constituye el porcentaje aproximado para los espacios naturales específicamente conformados por bosque achaparrado donde se identifican por tener una distribución espacial homogénea, con un patrón que permite definir claramente los elementos arbóreos.	•Mezcla de parcelas de pastos y espacios naturales donde sus parcelas representen un área mayor a 6,25has. •Espacios naturales (Bosque achaparrado) que constituyan un área menor o igual al 30% de la superficie total de la cobertura del mosaico.
	No incluye
Mosaicos de pastos y espacios naturales- Pajonal Arbustal (TAHm6)	•Mezcla de parcelas de pastos y espacios naturales donde sus parcelas representen un área mayor a 6,25has. •Espacios naturales (Pajonal Arbustal) que constituyan un área menor o igual al 30% de la superficie total de la cobertura del mosaico de pastos. •Presencia de Vegetación de páramo (Pajonal Arbustal) que constituyan menos del 30% de la superficie total del mosaico.
	No incluye
Se constituye por parches entrelazados con pastos y espacios naturales de tipo herbácea y arbustiva específicamente con pequeñas áreas en donde su distribución es bastante dispersa y donde la unidad Pajonal-Arbustal se encuentra en baja proporción, esta unidad se puede evidenciar en el área de estudio desde los 3.400 m.s.n.m. y 3.700 m.s.n.m aproximadamente y se convierte en un corredor o transición ecológica para dar paso a la vegetación tipo páramo.	•Mezcla de parcelas de pastos y espacios naturales donde sus parcelas representen un área mayor a 6,25has. •Zonas asociadas a espacios naturales (Pajonal Arbustal) y que no representen más del 30% de la superficie total de mosaicos de pastos.
Para su caracterización es necesario establecer la diferenciación de la firma espectral de la unidad con la cobertura de vegetación de páramo (pajonal Arbustal) ya que presenta alguna similitud debido al parecido del estado de vegetativo y a su cercanía con esta cobertura, sin embargo para su identificación se requiere del uso de información primaria y secundaria como aerofotografías, control de campo y su respectiva verificación.	
Mosaicos de pastos y espacios naturales- Pajonal (TAHm7)	Incluye
Esta cobertura se conforma por las unidades de pastos con espacios naturales, donde las coberturas de pastos representan el 30% al 70% y el restante constituye el porcentaje	•Mezcla de parcelas de pastos y espacios naturales donde sus parcelas representen un área mayor a 6,25has. •Espacios naturales (Pajonal) que constituyan un área menor o igual al 30% de la superficie total de la cobertura del mosaico de pastos.

aproximado para los espacios naturales específicamente con presencia de pajonales, con pequeñas áreas en donde su distribución es bastante dispersa y en donde la unidad pajonal se puede evidenciar en el área de estudio desde los 3.500 m.s.n.m. y 4500 m.s.n.m. esta cobertura presenta bajo porte y se localiza en las zonas de alta montaña, está compuesta principalmente por gramíneas (familia Poaceae) del tipo pajonal (<i>Calamagrostis</i> sp.), entremezclada con plantas arrosetadas y otras especies.	•Presencia de Vegetación de páramo (Pajonal) que constituyan menos del 30% de la superficie total del mosaico.
	No incluye •Mezcla de parcelas de pastos y espacios naturales donde sus parcelas representen un área menor a 6,25has. •Zonas asociadas a espacios naturales (Pajonal) y que no representen más del 30% de la superficie total de mosaicos de pastos, de ser así se entraría a clasificarla en las categorías de coberturas de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva.

7.1.5 Bosques y áreas seminaturales. Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo desarrollados sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica; y por aquellas territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación⁵⁰. En esta categoría se definieron 4 niveles para su caracterización:

7.1.6 Bosques. Comprende las áreas naturales o semi-naturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Los árboles son plantas leñosas perennes con un solo tronco principal o en algunos casos con varios tallos, que tiene una copa más o menos definida⁵¹.

Cuadro 5. Bosques y áreas seminaturales

Bosque natural denso (BSbnd)	Incluye
Esta cobertura está constituida por comunidades vegetales de tipo arbóreo caracterizándose por tener características homogéneas en su altura (5 metros) y en sus estratos o doseles, este tipo de coberturas no han presentado ningún tipo de intervención y sus actividades funcionales cumplen una gran importancia para la regulación del medio ambiente.	•Bosque natural denso con un área mayor a 6,25has.
	•Comunidades vegetales que presentan procesos de regeneración natural y que constituyen las características de altura y densidad de un Bosque natural denso. •Presencia de arbustos bajos que no constituyen el 30% de la superficie total de la cobertura de Bosque natural denso.
	No incluye •Bosque natural denso con un área menor a 6,25has.

⁵⁰ IDEAM. CORMAGDALENA. IGAC. Mapa de cobertura de la tierra cuenca magdalena-cauca. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000.

⁵¹ Ibíd.

Bosque natural fragmentado (BSbnf)	Incluye • Coberturas de cultivos con área menor a 6,25 has y que no constituyen más del 30% de la superficie total de la cobertura. • Coberturas de pastos limpios con área menor a 6,25 has y que no constituyan más del 30% de la superficie total de la cobertura. • Coberturas de cultivos y espacios naturales (arbustos) que no representen más del 30% de la superficie total de la cobertura. No incluye • Cultivos y pastos limpios con área mayor o igual a 6,25 has y/o con un porcentaje de participación mayor al 70% de la superficie total de la cobertura. • Espacios naturales (arbustos) que no representen más del 70% de la superficie total de la cobertura.
Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales con intervención humana que mantienen su estructura original. Se pueden dar la ocurrencia de áreas completamente transformadas en el interior de la cobertura, originando parches por la presencia de otras coberturas como pasto, cultivos y/o rastrojos que reemplazan la cobertura original, las cuales no representan más del 30% del área de la unidad de bosque natural fragmentado.	
Bosque Ripario (BSbr)	Incluye • Bosque de galería con ancho de la franja mayor o igual a 150 metros y con área superior a 6,25 has. • Curso de agua con ancho menor o igual a 150 metros • Coberturas asociadas a cultivos con espacios naturales (Bosque Ripario) a lo largo de los márgenes de los drenajes. No incluye • Curso de agua con ancho mayor o igual a 150. • Coberturas de pastos limpios y pastos enmalezados
Esta cobertura está constituida por comunidades vegetales arbóreas que se ubican principalmente en cursos de agua permanente y temporales, se limita por su amplitud, ya que bordea los drenajes naturales, cuando la presencia de estos bosques se ubican en zonas de sabana se conoce como galería o cañadas, pero caso contrario que se ubiquen en zonas andinas son conocidas como Ripario.	
Bosque Plantado (BSbp)	Incluye • Plantaciones de pino con área superior a 6,25 has. • Plantaciones jóvenes ubicadas en la zona de vegetaciones de páramo. • Parcelas en proceso de tala para procesos de aprovechamiento. • Plantaciones de pino con un periodo de tiempo igual o menor a 23 años. No incluye • Plantaciones de pino con un periodo de tiempo mayor a 23 años. • Plantaciones de pino con área inferior a 6,25 has.
Son coberturas conformadas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines forestales (protección, conservación, producción). En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o siembre durante proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera o bienes no madereros	

7.1.7 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva. Comprende los territorios cubiertos por vegetación herbácea y arbustiva desarrollados en forma natural sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales. Las unidades identificadas para el área de estudio son las siguientes:

La cobertura de arbustos altos y bajos puede hacer parte de amplia zona de transición ecológica observable en las sucesiones vegetales. En la interpretación de la imagen puede confundirse con pastos enmalezados, para su identificación y clasificación se requiere del uso de información secundaria como fotografías aéreas, mapas temáticos, control de campo y otra información agrícola.

Cuadro 6. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, vegetación de páramo

Arbustos (BSba)	Incluye
Son aquellas comunidades de tipo arbóreo leñoso que constan de poca altura alrededor de 1 a 5 metros como máximo y por lo general conservan cierta similitud con el resto de los tallos, que surgen a partir de una raíz común o de una zona cercana al suelo.	• Coberturas de arbustos con área mayor o igual a 6,25 has. • Coberturas conocidas en Colombia como rastrojos altos y bajos. • Presencia de coberturas de vegetación de Subpáramo, bosques naturales y mosaicos de cultivos que no constituyan más del 30% de la superficie total de la unidad de cobertura.
	No incluye
	• Coberturas de arbustos con área menor o igual a 6,25 has.
Las podemos localizar en aquellas zonas que se encuentran en procesos de recuperación en coberturas de bosques naturales y fragmentados, cercanías a quebradas y en las zonas donde se ejerce alguna actividad antrópica como en los mosaicos de pastos y cultivos del área de estudio. Debido a que esta cobertura se convierte en un espacio de transiciones ecológicas entre coberturas vegetales, para su identificación es necesario establecer de forma clara el patrón espacial para su mapificación ya que puede encontrarse mucha relación con la unidad de pastos-arbustos, de tal manera que se requiere del uso de información primaria y secundaria como aerofotografías, verificación en campo. Además para este estudio se realizó una división de esta cobertura, donde se identificó arbustos bajos y arbustos altos.	
Vegetación de Subpáramo	Incluye
Esta cobertura se encuentra ubicada altitudinalmente entre los 3.400 m.s.n.m. y 3.700 m.s.n.m. aproximadamente; se identifica por presentar vegetación achaparrada con características muy similares a la vegetación de páramo, sin embargo, la influencia de las condiciones climáticas y la taxonomía de los suelos pueden hacer variar estas condiciones altitudinales.	• Vegetación de Subpáramo con área mayor a 6,25 has
	No Incluye
	• Vegetación de páramo (Pajonal Frailejónal) con un área mayor a 6,25has.

Vegetación de páramo- Arbustal (BSvP1)	Incluye
Esta cobertura se encuentra ubicada altitudinalmente entre los 2.400 m.s.n.m y 3.400 m.s.n.m aproximadamente se identifica por presentar vegetación de arbustos o conocida también como vegetación chaparra, vale resaltar que conserva las características de vegetación de Subpáramo	•Vegetación de Subpáramo con área mayor a 6,25 has •Vegetación de tipo arbustiva con un área mayor a 6,25 has •Pastos limpios que no constituyan más del 30% de la superficie total de la cobertura total
	No incluye
	•Plantaciones de pino con área inferior a 6,25 has. •Presencia de vegetación de páramo(pajonal Arbustal)
Vegetación de páramo-Bosque Achaparrado (BSvP2)	Incluye
Esta cobertura se encuentra ubicada altitudinalmente entre los 3.100 m.s.n.m y 3.700 m.s.n.m en el área de estudio aproximadamente, comprende comunidades de tipo arbórea de poca altura (achaparrado) pero donde se evidencia un tipo de transformación generada principalmente por parches de coberturas como pastos limpios, mosaico de pastos y cultivos donde no representan más del 30 % de la superficie total de la cobertura.	•Vegetación de páramo con área mayor a 6,25 has •Presencia de bosque achaparrado con área mayor a 6,25has •Presencia de pastos limpios que no constituyen más del 30% de la superficie total de la unidad. •Presencia de mosaicos de pastos y cultivos (arbustos) que no constituyen más del 30% de la superficie total de la unidad. •Presencia de bosque natural fragmentado que no representa más del 30% de la superficie total de la unidad.
	No Incluye
	•Presencia de bosque achaparrado con área menor a 6,25has •Presencia de pastos limpios que constituyan más del 30% de la superficie total de la unidad. •Presencia de mosaicos de pastos y cultivos (arbustos) que constituyan más del 30% de la superficie total de la unidad •Presencia de bosque natural fragmentado que represente más del 30% de la superficie total de la unidad.
Vegetación de páramo-Pajonal Arbustal (BSvP3)	Incluye
Esta unidad se caracteriza por presentar una cobertura vegetal conformada en su mayoría por comunidades de pajonales o pastizales encontrándose en las zonas más húmedas del páramo sin embargo la vegetación tipo arbustiva presenta una gran participación en	•Coberturas de vegetación de páramo con área mayor a 6,25 has. •Cobertura de pajonales y vegetación Arbustal con área mayor a 6,25 has •Vegetación de páramo (Bosque Achaparrado Fragmentado) que no constituye más del 30% de la superficie total de la cobertura. •Cuerpos de agua con área mayor a 6,25 has

toda la superficie de la cobertura. Esta cobertura la encontramos entre los 3.500 m.s.n.m a 4500 m.s.n.m aproximadamente.	•Zonas de turbera con una área mayor a 6,25has •Zonas de tierras desnudas o degradadas(azufreras)con área mayor a 6,25 •Presencia de bosque natural denso que no representa más del 30% de la superficie total de la cobertura. No incluye •Coberturas de mosaicos de pastos y cultivos espacios naturales(arbustos) con área mayor a 6,25 •Coberturas de pastos limpios con área mayor a 6,25 has.
Vegetación de páramo- Pajonal (BSvP4) Esta cobertura se encuentra ubicada altitudinalmente entre los 3.300 m.s.n.m y 3.700 m.s.n.m aproximadamente, se caracteriza por presentar comunidades herbácea perenne, Naturalizada en el área de estudio, también es conocida como Paspalum, quadrifarium, chepica blanca o paja colorada.	Incluye •Vegetación de páramo con área mayor a 6,25 has •Vegetación de tipo herbácea con un área mayor a 6,25 has No incluye •Vegetación de páramos(pajonal Frailejona) •Presencia de vegetación de páramo(pajonal Arbustal)
Su identificación y caracterización es de forma más clara ya que la cobertura tiene un patrón espacial más definido, continuó y ocupa grandes áreas.	
Vegetación de Páramo- Pajonal Frailejona (BSvP5) Está conformada por una cobertura vegetal de bajo porte que se localiza en las zonas de alta montaña. Está compuesta principalmente por gramíneas (familia Poaceae) del tipo pajonal (Calamagrostis sp.), entremezclada con plantas arrosetadas como los frailejones (Espeletia sp.) y otras especies.	Incluye •Coberturas de vegetación de páramo con área mayor a 6,25 has. •Cobertura de pajonales y frailejones con área mayor a 6,25 has. •Vegetación de páramo (Bosque achaparrado fragmentado) que no representa más del 30% de la superficie total de la cobertura. •Mosaicos de pastos y espacios naturales (pajonal) que no constituya más del 30% de la superficie total de la cobertura No incluye •Coberturas de vegetación de páramo con área menor a 6,25 has. •Cobertura de pajonales y frailejones con área menor a 6,25 has.
Vegetación de Superpáramo (BSvPs) Esta cobertura se encuentra altitudinalmente entre los 3.800 m.s.n.m a 4.000 m.s.n.m aproximadamente y se caracteriza por Presenta musgos, líquenes y vegetación abierta de pequeños arbustos, frailejones y pastizales. Hay muchas lagunas con juncos, también se le conoce como la tundra alpina.	Incluye •Coberturas de vegetación de Superpáramo con área mayor a 6,25 has. •Lagos, lagunas con área mayor a 6,25 has No incluye •Coberturas de vegetación de Superpáramo con área menor a 6,25 has.

7.1.8 Áreas abiertas, sin o con poca vegetación. Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos.

Cuadro 7. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación

Tierras Desnudas o Degradadas- Azufreras (BSatd)	Incluye
Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema.	•Zonas de azufreras con área mayor a 6,25 has. •Presencia de lagos, lagunas que no constituyen más del 30% de la superficie total de coberturas.
	No incluye
	•Zonas de azufreras con área menor a 6,25 has. •Presencia de lagos, lagunas que representen más del 30% de la superficie total de la cobertura.

7.1.9 Áreas Húmedas. Comprende aquellas coberturas constituidas por terrenos anegadizos, que pueden ser temporalmente inundados y estar parcialmente cubiertos por vegetación acuática, localizados en los bordes marinos y al interior del continente. De acuerdo con su localización fueron divididos de la siguiente forma:

7.1.9.1 Áreas Húmedas Continentales. Comprende las zonas inundables, pantanos y terrenos anegadizos en los cuales el nivel freático está a nivel del suelo en forma temporal o permanente

Cuadro 8. Áreas Húmedas

Turbera (Aht)	Incluye
Terrenos pantanosos compuesto principalmente por musgos y materias vegetales descompuestas, en el área de estudio se encuentran entre los 3.800 m.s.n.m a 3.900 m.s.n.m.	•Depósitos de turbas con área mayor a 6,25 has.
	No incluye
	•Depósitos de turbas con área menor a 6,25 has. •Turberas cubiertas por coberturas de vegetación de páramo (pajonal Arbustal). •Turberas cubiertas por coberturas de Bosque natural denso.
Para su identificación y caracterización es recomendable establecer de forma clara su patrón espacial ya que su firma espectral puede confundirse con el de la unidad de bosque denso, de tal forma que se requiere del uso de información secundaria como aerofotografías y verificación en campo.	

7.1.10 Superficies de agua. Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente y los que bordean o se encuentran adyacentes a la línea de costa.

7.1.10.1 Aguas Continentales. Cuerpos de agua permanente, intermitente que comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce, embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales⁵².

Cuadro 9. Superficies de agua

Lagunas, Lagos y Ciénagas Naturales (Saclc)	Incluye
Superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, dulce o salobre, que pueden estar conectados o no con un río o con el mar.	•Lagos y lagunas con área mayor a 6,26 has
	No incluye
En la zona andina hay cuerpos de agua (lagos y lagunas) situados en alta montaña que constituyen las áreas de nacimiento de ríos.	•Lagos y lagunas con área menor a 6,26 has •Turberas cubiertas por coberturas de Bosque natural denso.
	•constituyen las áreas de nacimiento de ríos.

7.2 COBERTURA DE LA TIERRA AÑO 2010

El área del volcán Azufra y su zona de amortiguamiento son consideradas áreas de prioritaria para la protección y conservación, de tal manera que se establece como una reserva natural con procesos o prácticas de manejo para su restauración; sin embargo el tipo de cobertura que se identifica para el año 2010 establece zonas de intervención, principalmente al sur y sur-este, alcanzando zonas consideradas importantes por su oferta ambiental, donde los niveles de intervención se evidencian por encima de los 3.000 m.s.n.m aproximadamente, donde aún se practican actividades agropecuarias.

Teniendo en cuenta las coberturas descritas en el capítulo anterior se hace un análisis semidetallado de 30 tipos de coberturas presentes para el año de 2010, donde se establece el código de la cobertura, su área, porcentaje y ubicación. Para este capítulo se tuvo en cuenta únicamente el último año enmarcado dentro del periodo, ya que el tipo de cobertura de suelo para los demás años se evidencia

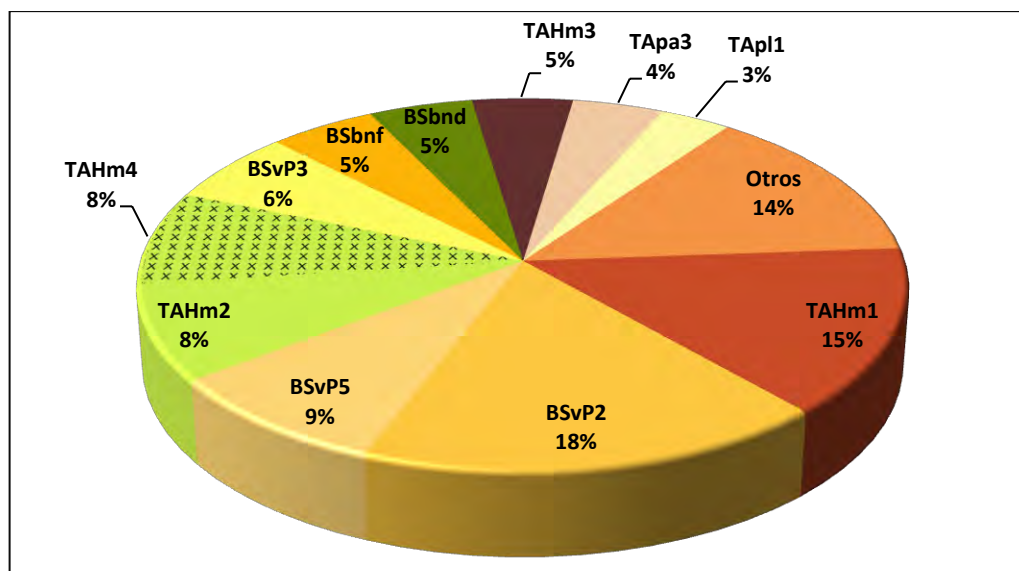
⁵² Ibíd.

de manera homogénea, sin embargo se ilustrara las coberturas que representaron mayor nivel de participación en los periodos de estudio restantes.

La mayor participación de cobertura para el año 2010 se ve reflejada en la predominancia de vegetación de páramo-pajonal arbustal (BSvP3) con un porcentaje del 17,6% y un área de 3.132 has aproximadamente de las 17.774 has del área total de estudio, seguida de la cobertura de mosaico de pastos y cultivos con un porcentaje de 14,4% y una área de 2.574 has. Véase tabla No 13

La vegetación de páramo (pajonal frailejonal) presenta un porcentaje para este año del 8,7% y las coberturas pertenecientes a las áreas agrícolas heterogéneas como; Mosaico de pastos cultivos y espacios naturales-arbustos con un 8,2%, Mosaico de pastos y espacios naturales-arbustos 4,7%, Mosaico de pastos y espacios naturales-bosque ripario 8,1%,sin embargo se observa una significativa participación del área con presencia de vegetación de páramo-bosque achaparrado con un porcentaje de 6,3%,se presenta la cobertura de bosque natural denso con un porcentaje de 5,2%.

Figura 24. Coberturas y porcentajes para el año 2010



Fuente: este estudio

El anterior grafico de manera ilustrada muestra el grado de participación de las coberturas identificadas para el año 2010, debido al gran número de niveles de coberturas se tomaron aquellos valores inferiores al 3% de y se los agrupo en un conjunto llamado "otros"

Tabla 13. Cobertura de suelo año 2010

C O B E R T U R A D E S U E L O P A R A E L A Ñ O 2 0 1 0						Area	%
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	CODIGO	Has		
TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	Zonas urbanizadas	Tejido Urbano Continuo		Tzuc	123	0.7	
		Tejido Urbano Discontinuo		Tzud	22	0.1	
	zonas de extraccion minera y escombrera	Zona de Extraccion Minera(Cantera de Arena)		Tzem	10	0.1	
	Pastos	Pastos Limpios		TApl1	600	3.4	
		Pastos Enmalezados		TApe2	339	2	
		Pastos y Arbustos		TApa3	770	4.3	
TERRITORIOS AGRICOLAS	Areas agricolas Heterogeneas	Mosaico de pastos y cultivos		TAHm1	2574	14.5	
		Mosaico de Pastos Cultivos y Espacios Naturales	Mosaico de Pastos y Espacios NaturalesEspacios naturales-Arbustos	TAHm2	1475	8.3	
		Mosaico de Pastos y Espacios Naturales	Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Arbustos	TAHm3	853	4.8	
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Bosque Ripario	TAHm4	1452	8.2	
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Bosque Achaparrado	TAHm5	283	1.6	
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Pajonal Arbustal	TAHm6	35	0.2	
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Pajonal	TAHm7	31	0.2	
BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	Bosques	Bosque Natural Denso		BSbnd	861	4.9	
		Bosque Natural Fragmentado		BSbnf	908	5.1	
		Bosque Ripario		BSbr	71	0.4	
		Bosque Plantado		BSbp	28	0.2	
		Arbustos Altos		Bsvhaa	360	2	
		Arbustos Bajos		Bsvhab	142	0.8	
	Areas con vegetacion herbacea y/o arbustiva	Vegetacion de Subpáramo		BSvP	42	0.2	
		Vegetacion de Páramo	Arbustal	BSvP1	207	1.2	
			Pajonal Arbustal	BSvP2	3132	17.7	
			Bosque Achaparrado	BSvP3	1129	6.3	
			Vegetacion de Páramo(Bosque Achaparrado Fragmentado	BSvP3f	137	0.8	
			Pajonal	BSvP4	481	2.7	
			Pajonal Frailejonal	BSvP5	1556	8.8	
	Areas abiertas, sin o con poca vegetación	Vegetacion de Superparamo		BSvPs	101	0.6	
Tierras Desnudas o Degradadas		Azufreras	BSatd	10	0.1		
AREAS HUMEDAS	Areas humedas continentales	Turbera		AHt	14	0.1	
SUPERFICIES DE AGUA	Aguas continentales	Lagos, Lagunas y Cienagas Naturales		Saclc	22	0.1	
TOTAL					17774	100	

Fuente: este estudio

7.2.1 Tejido urbano continuo (TZuc). Se identifica en los municipios de Sapuyes y Túquerres, siendo este último el que presenta mayor participación, con una extensión de 92 has para la cabecera municipal, y 20 has para el centro poblado de Santander de valencia, de igual manera en la parte sur del área de estudio se presenta el tercer centro poblado de menor proporción, en el corregimiento El Espino perteneciente el municipio de Sapuyes, con un área de 11 has. En total esta cobertura presenta una extensión de 123 has para un porcentaje de 0,7 del área en total.

Figura 25. Tejido urbano continuo (área urbana de Túquerres)



Fotografía: Robert López. (2013)

7.2.1.1 Tejido urbano discontinuo (TZud). Se identifica principalmente en el sector oriente del área urbana de Túquerres y representa las zonas suburbanas que se generaron por la dinámica espacial que se presenta en los corredores viales, representando el 0,1 % con un área de total de 22 has. Es importante aclarar que este tipo de cobertura presentó un crecimiento estable no muy significativo pero que marco pequeñas diferencias en relación con los periodos referentes a la realización de este estudio.

Figura 26. Tejido urbano discontinuo (municipio de Túquerres, salida a Pasto)



Fotografía: Jack Pastrana. (2013)

7.2.2 Zona de extracción minera -cantera de arena (TZem). Se identificó al sur del área de estudio, principalmente al costado oeste del corregimiento del Espino, donde sus principales características se evidencian en un área abierta; proceso de la explotación continua de las minas de arena. Para este periodo se cuantifica con 10 has y un 0,1% de participación

Figura 27. Zona de extracción minera, corregimiento El Espino



Foto: Robert López (2013).

7.2.3 Pastos limpios (TApl1). Para el año 2010 se evidencian 2 escenarios; el primero se encuentra en la vereda Panamal, municipio de Sapuyes con 133 has, entre los 3.200 a 3.300 m.s.n.m aproximadamente, el segundo escenario se ubica en el municipio de Mallama (Piedrancha) y es la zona más representativa de esta cobertura, con un área de 395 has y un porcentaje de participación de 2,2 % a los 2.700 y 3.150 m.s.n.m, distribuidos en los corregimientos de Chambú, El Guabo y Puspued. Esta unidad de cobertura está asociada a prácticas de manejo que potencializan la productividad de la región, estrechamente las relacionadas con la ganadería de doble propósito.

Figura 28. Pastos limpios, vereda Panamal



Fotografía: Robert López (2013)

7.2.3.1 Pastos enmalezados (TApe2). Esta cobertura se evidencio en el municipio de Sapuyes y Mallama, encontrando dos escenarios representativos, el primero se ubica en el municipio de Sapuyes en la cuenca media de la quebrada Honda y Boquerón con un área de 119 has y un porcentaje de 0,6%, ubicada a partir de los 3.000 a 3.250 m.s.n.m.

El segundo sector lo encontramos en el municipio de Mallama sobre los 2.300 a 2.700 m.s.n.m, sector conocido como la Nariz del Diablo y vereda El Verde pertenecientes a los corregimientos del Guabo y Chambú, donde se evidencio mayor parte de esta cobertura con un área de 220 has y un porcentaje de 1,2%. El área total de pastos enmalezados para el año 2010 fue de 349 has con un porcentaje de participación de 2 %.

Principalmente la aparición de esta unidad se relaciona con las escasas prácticas de manejo en algunas zonas de pasto, que anteriormente eran ocupados por algún tipo de actividad agropecuaria.

Figura 29. Pastos enmalezados, vereda El Verde



Fotografía: Robert López (2013).

7.2.3.2 Pastos y arbustos (TApa3). Se identificó en la vereda El Verde, corregimiento de El Guabo y veredas Tercan y Guaises corregimiento de Chambú, pertenecientes al municipio de Mallama, en las cotas de 2.300 a 3.200 m.s.n.m, distribuidas entre las vertientes de las quebradas Cuasquesan, El Baño, El Molino y Honda, tributarios del rio Verde. Para esta cobertura el total de área fue 770 has con un porcentaje 4,3%; básicamente esta cobertura se estructura de potreros con la presencia de matorrales distribuidos en forma dispersa.

Figura 30. Pastos y arbustos, vereda Tercan



Fotografía: Jack Pastrana. (2013)

7.2.4 Mosaico de pastos y cultivos (TAHm1). Esta cobertura se identificó principalmente en el sector sur-oriente del área de estudio, municipio de Túquerres, corregimientos de Santander, Tutachag y San Roque, en las veredas San Roque Bajo, Chanarro, Tutachag, El manzano, Santander, Pescadillo, Partidero, Guayaquilla y Santa Isabel; es la única categoría encontrada de este tipo y representa el segundo porcentaje más significativo después de la vegetación de páramo-pajonal arbustal, con un área de 2.574 has y un porcentaje de 14,5% del total de las coberturas de suelo, se ubicó entre las cotas de 2.950 a 3.400 m.s.n.m.

Este tipo de cobertura evidencia la mayor actividad productiva de la región, debido a que en esta se encuentran consolidados los mayores procesos de producción de tipo agropecuario.

Figura 31. Mosaico de pastos y cultivos, corregimiento de San Roque



Fotografía: Robert López. (2013)

7.2.4.1 Mosaico de pastos cultivos y espacios naturales -arbustos (TAHm2).

Este mosaico presenta una extensión de 1.475 has, compartiendo parte de su unidad con el municipio de Santacruz y representa un porcentaje de 8,2%, ubicándose en sector Nor-oriente del área de estudio, municipio de Túquerres, veredas El Salado, Esnabu, Rancho Grande y Guasi para el municipio de Santacruz, veredas Cualchag, El Diamante y Changanan, entre los 2,200 a 3,450 m.s.n.m. Los arbustos presentes para esta unidad son asociados a parches de vegetación natural la cual ha sufrido intervención, generando espacios para las actividades agropecuarias.

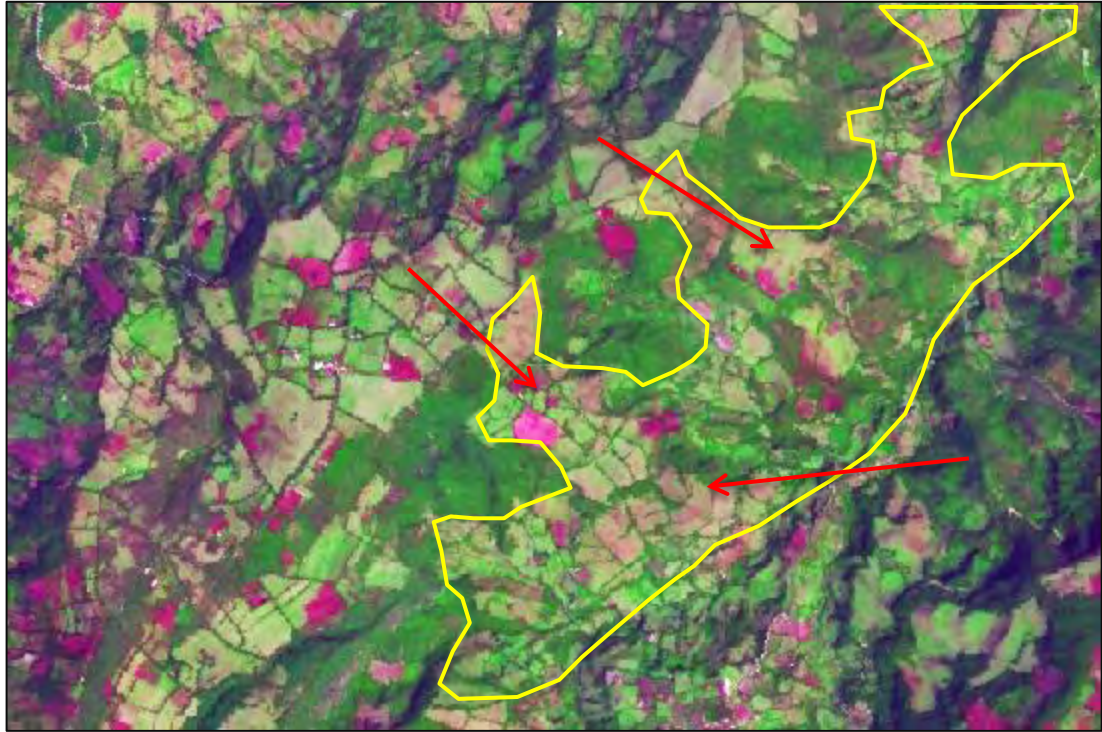
Figura 32. Mosaico de pastos cultivos y espacios naturales-arbustos, vereda Panamal



Fotografía: Jack Pastrana. (2013)

7.2.4.2 Mosaico de pastos y espacios naturales–arbustos (TAHm3). Esta cobertura para este año se identificó en la zona norte, municipio de Santacruz (Guachaves), con un área de 810 has, ubicándose entre las cotas de 2.700 a 3.200 m.s.n.m, veredas de Changanan y Taquelán corregimiento de Balalaika; donde se evidencia el grado de intervención que ha sufrido la vegetación de páramo por la actividad pecuaria. Para el municipio de Túquerres se evidencia entre los 3.400 y 3.500 m.s.n.m, vereda San Roque Alto, con una extensión de 41 has. El área total de esta cobertura fue de 853 has y un porcentaje de 4,8 %.

Figura 33. Mosaico de pastos y espacios naturales-arbustos, vereda Changanan



Fotografía: Jack Pastrana (2014)

7.2.4.3 Mosaico de pastos y espacios naturales-bosque ripario (TAHm4).

Esta unidad se presenta en el sector sur del área de estudio, dividido en dos sectores, el primero es continuo desde la vereda Chaitán y Alegría en el municipio de Túquerres, extendiéndose hasta la vereda El espinó y Panamal del municipio de Sapuyes, a una altura de 3.150 a 3.350 m.s.n.m aproximadamente, con un área de 1,351 has. El segundo sector con esta cobertura se ubica en la vereda Panamal parte occidental, al centro de las quebradas Trinidad y El Tigre con un área de 101 has, entre los 3.100 y 3.200 m.s.n.m. El total de esta cobertura para el año 2010 fue de 1 452 has y representa un porcentaje de 8,2 %.

Para la anterior cobertura se evidencia una alta actividad económica, referente a procesos productivos principalmente a la ganadería extensiva presentando la combinación de los espacios naturales-bosque ripario, debido al significativo porcentaje de microcuencas que bajan de la parte alta del volcán Azufral para desembocar al río Sapuyes.

Figura 34. Mosaico de pastos y espacios naturales -bosque ripario, veredas El Espino y La Ciénaga.



Imagen: Spot, Combinación de bandas 4- 1 -3 (2010)

7.2.4.4 Mosaico de pastos y espacios naturales-bosque achaparrado (TAHm5). Este mosaico se identificó en 3 sectores, el primero en la parte alta del municipio de Santa cruz (Guachaves) al norte del área de estudio zona conocida como Cerro negro entre los 3.300 y 3.500 m.s.n.m, a lo largo de la quebrada El Escritorio, con un área de 81 has.

Para el municipio de Santacruz (Guachaves) esta cobertura se encuentra entre los 3.050 a 3.350 m.s.n.m aproximadamente, y se evidencia a lo largo de las quebradas, El Chapues y el Salado, con un área de 156 has.

El tercer escenario de esta cobertura se evidencia en el municipio de Mallama (Piedrancha) vereda la Oscurana Nor-occidente del área de estudio, ubicándose a lo largo de la quebrada la Ciénaga afluente del Rio verde, desde los 3.050 a 3.350 m.s.n.m, con un área de 46 has. La cobertura total es de 283 has y representa el 1,6 % total de las coberturas de suelo para el año 2010. Esta cobertura es intervenida por pequeños productores, sin embargo representa un limitante, debido a las acciones encaminadas a la protección y conservación del páramo.

Figura 35. Mosaico de pastos y espacios naturales -bosque achaparrado, vereda Potrerillos



Fotografía: Robert López. (2014)

7.2.4.5 Mosaico de pastos y espacios naturales-pajonal arbustal (TAHm6).

Esta cobertura con un área de 35 has y un porcentaje 0,2 % representa la menor participación en las coberturas de mosaicos, ubicándose en el sector norte del área de estudio, en la parte alta de la quebrada La Ciénaga y hacia el medio de la quebrada Puente de Piedra entre los 3.200 a 3.400 m.s.n.m. corregimiento de Puspued vereda La Oscurana municipio de Mallama (Piedrancha).

Figura 36. Mosaico de pastos y espacios naturales-pajonal arbustal, vereda La Oscurana

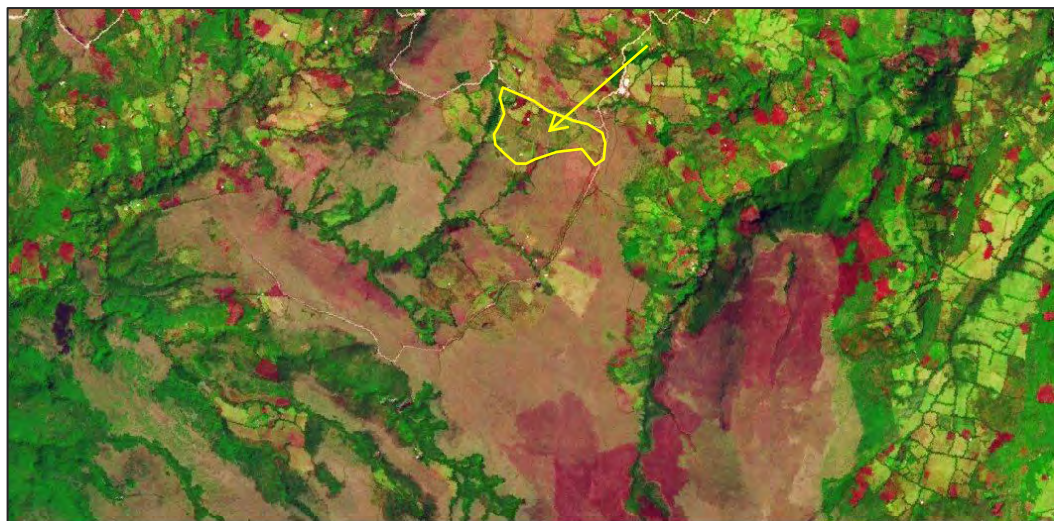


Imagen: Spot, Combinación de bandas 4-1 -3. (2010)

7.2.4.6 Mosaico de pastos y espacios naturales-pajonal (TAHm7). Para este tipo de cobertura, principalmente se evidencian áreas dedicadas al pastoreo de ganado para la producción de leche, además los pastos son de origen natural los cuales se adecuan para esta actividad, que para el año 2010 suma una extensión de 31 has, ubicadas en el corregimiento de Puspued, vereda La Oscurana jurisdicción del municipio de Mallama (Piedrancha) a una altura de 3.400 m.s.n.m.

Figura 37. Mosaico de pastos y espacios naturales-pajonal, vereda La Oscurana

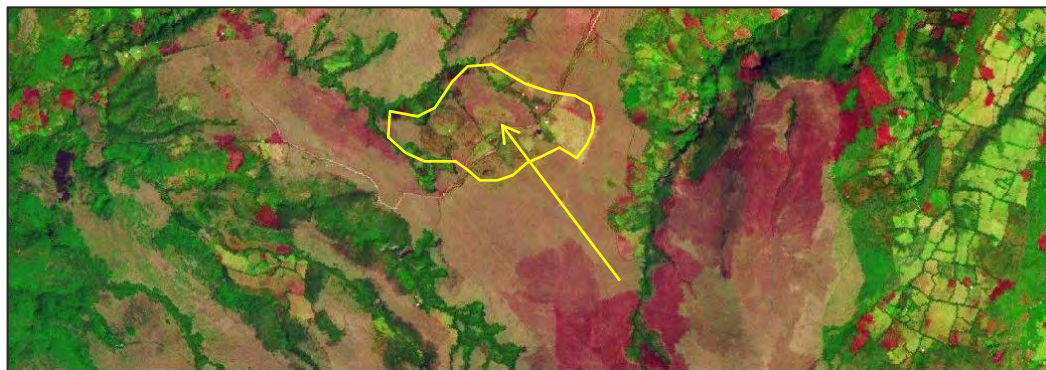


Imagen: Spot, Combinación de bandas 4-1 -3. (2010)

7.2.5 Bosque natural denso (BSbnd). Esta cobertura para el año 2010 se identificó en 3 sectores, distribuidos en 3 municipios de los cuatro que forman parte del área de estudio, el primer escenario y el más representativo se identificó con un área de 463 has ocupando una franja o corredor en sentido sur-oriente a lo largo del municipio de Túquerres y Sapuyes, empezando desde los 3.300 a 3.750 m.s.n.m, bordeando las microcuencas de las quebradas El Carrizo, La pedrera, El común; El Chungel y San Vicente, donde represento un porcentaje de 2,6% del área en total.

El segundo escenario de esta cobertura se ubicó en la vereda Panamal municipio de Sapuyes a los 3.250 a 3.600 m.s.n.m aproximadamente, se evidencia desde la quebrada Seca hasta la quebrada El Tigre con 159 has.

Para el municipio de Mallama (Piedrancha) esta cobertura se encuentra entre las cotas de 3.050 a 3.200 m.s.n.m, sector Nor-occidental, parte baja de la vereda La Oscurana, extendiéndose en sentido norte-sur por el cauce del Río Verde límite occidental del área de estudio, esta cobertura para este sector represento un área de 222 has.

El área total de esta cobertura para el año 2010 fue de 861 has y representa el 4,9%.

Figura 38. Bosque natural denso, vereda El Espino



Fotografía: Jack Pastrana. (2014)

7.2.5.1 Bosque natural fragmentado (BSbnf). Se presenta en tres de los cuatro municipios inmersos en el área de estudio, repartidos en el flanco Nor-oriental y Nor-occidental del volcán Azufra; la primera cobertura y de mayor representación se ubica en el municipio de Mallama (Piedrancha) desde las márgenes del Río Verde y en sus principales afluentes, quebrada Loma Chiquita, El Baño y La Palma, alcanzando los 3.300 m.s.n.m, donde se identificó una extensión de 764 has.

El segundo escenario de esta unidad presenta una extensión de 67 has ubicándose en la vertiente occidental del río Azufra, área perteneciente al municipio de Santacruz a una altura entre los 2.850 a 3.050 m.s.n.m; para el municipio de Túquerres esta área se presenta en la vertiente occidental de la quebrada el Arrayan entre los 2.950 a 3.350 m.s.n.m, con una extensión de 77 has

El área total de esta cobertura para el año 2010 fue de 908 has y representa el 5,1% del área total de estudio.

Figura 39. Bosque natural fragmentado, vereda Pueran)

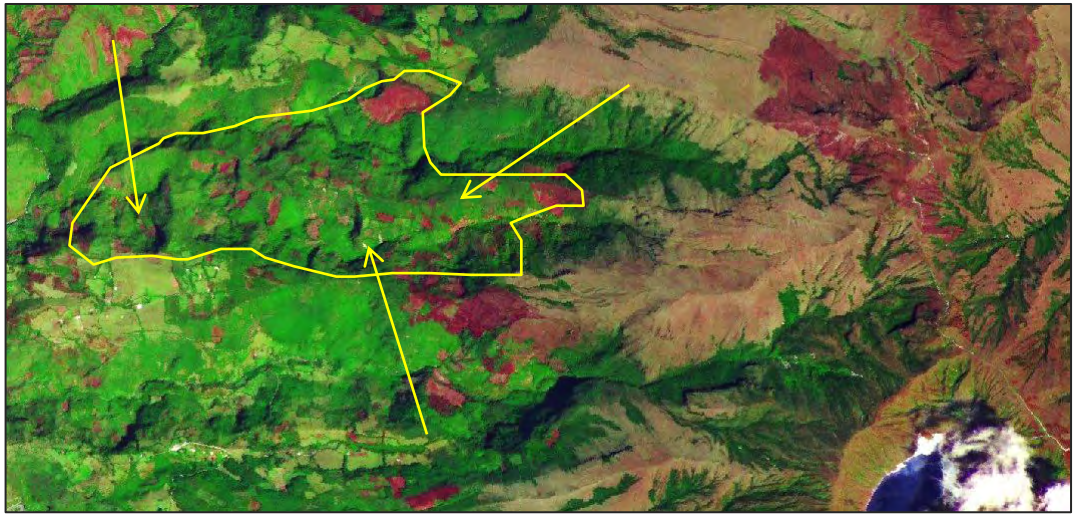


Imagen: Spot, Combinación de bandas 4-1 -3. (2010)

7.2.5.2 Bosque ripario (BSbr). Esta cobertura se hace evidente a lo largo de las microcuencas de las quebradas San Vicente, Trinidad y El Tigre, municipio de Sapuyes afluentes del río Sapuyes, a una altura de los 3.050 a 3.300 m.s.n.m aproximadamente, compartiendo el área con el municipio de Túquerres. Para el año 2010 presento una extensión de 71 has que representa el 0,4%.

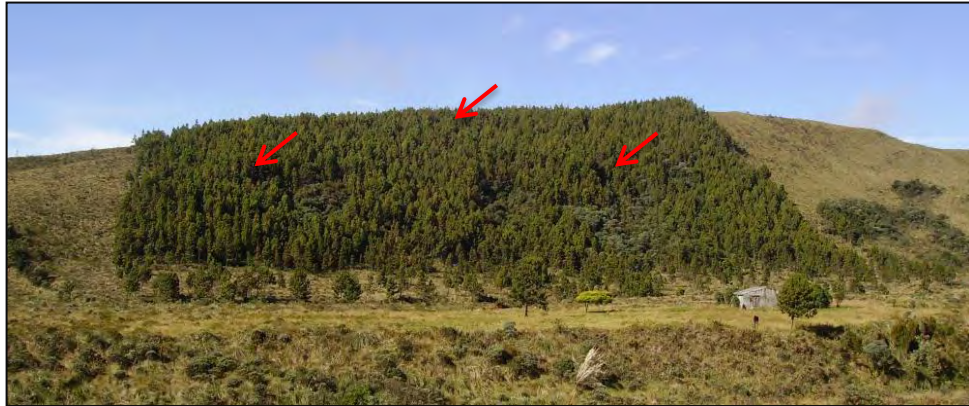
Figura 40. Bosque ripario, vereda Chungel



Fotografía: Robert López. (2013)

7.2.5.3 Bosque plantado (BSbp). Estos bosques de cipre, presentaron para el año 2010 una extensión de 28 has con un porcentaje de participación del 0,2 %, ubicados en la vereda El Espino perteneciente al municipio de Sapuyes, desde los 3.150 a 3.250 m.s.n.m y parte alta de la vereda la Ciénaga jurisdicción del municipio de Túquerres sobre la vegetación de páramo pajonal arbustal a los 3.600 m.s.n.m

Figura 41. Bosque plantado, vereda Ciénaga



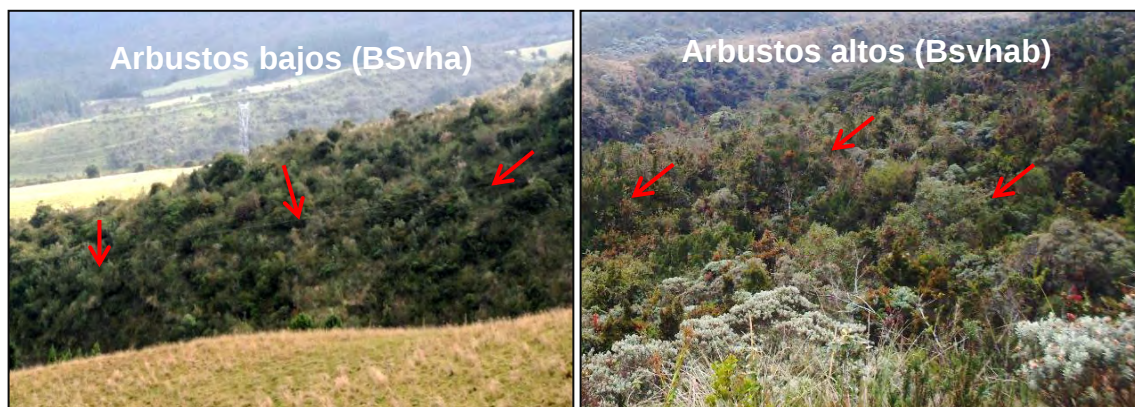
Fotografía: Robert López (2013).

7.2.6 Arbustos (BSvha). (Bsvhab). Esta cobertura se encuentra en el municipio de Mallama (Piedrancha) en sentido Nor-occidente a sur-occidente, en la vereda La oscurana Corregimiento de Puspued y las vertientes de las quebradas Cangagua, Cuasquesan y Guamuco, corregimiento de Chambú, donde se evidenciaron arbustos altos, y bajos, entre los 2.850 a 3.200 m.s.n.m; este sector represento un área de 273 has.

El segundo escenario de esta cobertura se encuentra en la zona sur del área de estudio, específicamente en el municipio de Sapuyes, vereda Panamal sobre las microcuencas de las quebradas Trinidad y Gemelas, considerados arbusto alto. Para este mismo sector en la vereda El Espino a lo largo de las quebradas San Antonio, El Carmelo, Los molinos y La pedrada, se encuentra otra cobertura de arbustos bajos a una altura entre los 3.250 a 3.450 m.s.n.m aproximadamente, representando un área de 118 has en total.

El tercer escenario y el de menor extensión se encontró en la zona norte del área de municipio de Santacruz (Guachaves), identificando arbustos considerados altos a una altura entre los 3.250 a 3.450 m.s.n.m aproximadamente, representando una extensión de 107 has. El área total de esta unidad de cobertura de suelo para el año de 2010 fue de 502 has y representa el 2,8 % del total.

Figura 42. Arbustos bajos y arbustos Altos, veredas Chambú y Sapuyes, vereda El Espino



Fotografías: Jack Pastrana. (2014)

7.2.7 Vegetación de subpáramo (BSvP). Se presentó únicamente en el municipio de Mallama (Piedrancha), representando para este periodo una extensión de 42 has, con un porcentaje de participación de 0,2 %, ubicándose en las alturas de 3.200 y 3.400 m.s.n.m.

Figura 43. Vegetación de Subpáramo, vereda La oscurana



Fotografía: Jack Pastrana. (2014)

7.2.7.1 Vegetación de páramo–arbustal (BSvP1). Estos arbustos con tendencias y características de vegetación paramuna, los podemos encontrar en dos sectores, el primero en el municipio de Santacruz (Guachaves) y se hace evidente en la vertiente de la quebrada Chinganán y en la parte oriente del cerro Quindescas a una altura entre los 3.000 a 3.450 m.s.n.m aproximadamente, con una extensión de 103 has. El segundo sector de esta cobertura se ubica en la zona Nor-oriental, divisoria de aguas de la quebrada El arrayán entre las cotas de 2.800 a 3.250 m.s.n.m, con una extensión de 104 has.

El área total de esta unidad de cobertura para el periodo de 2010 fue de 207 has y representa el 1,2%.

Estos arbustos están dentro de la caracterización de vegetación natural del páramo, los cuales se presenta por debajo de la franja de la unidad de pajonal arbustal.

Figura 44. Vegetación de páramo arbustal, vereda Esnabu



Fotografía: Robert López. (2014)

7.2.7.2 Vegetación de páramo-bosque achaparrado fragmentado (BSvP3f)

Esta cobertura se evidencia en un solo sector del área de estudio, compartiendo su área con los municipios de Túquerres y Santacruz (Guachaves), entre las alturas de 3.100 a 3.650 m.s.n.m, a lo largo de las microcuencas de las quebradas La Hoja y Gaparrosa principales afluentes del río Azufral, con un área de 137 has y un porcentaje de participación de 0.8%.

Figura 45. Vegetación de páramo-Bosque achaparrado fragmentado, vereda Potrerillos Azufral)



Fotografía: Robert López. (2013)

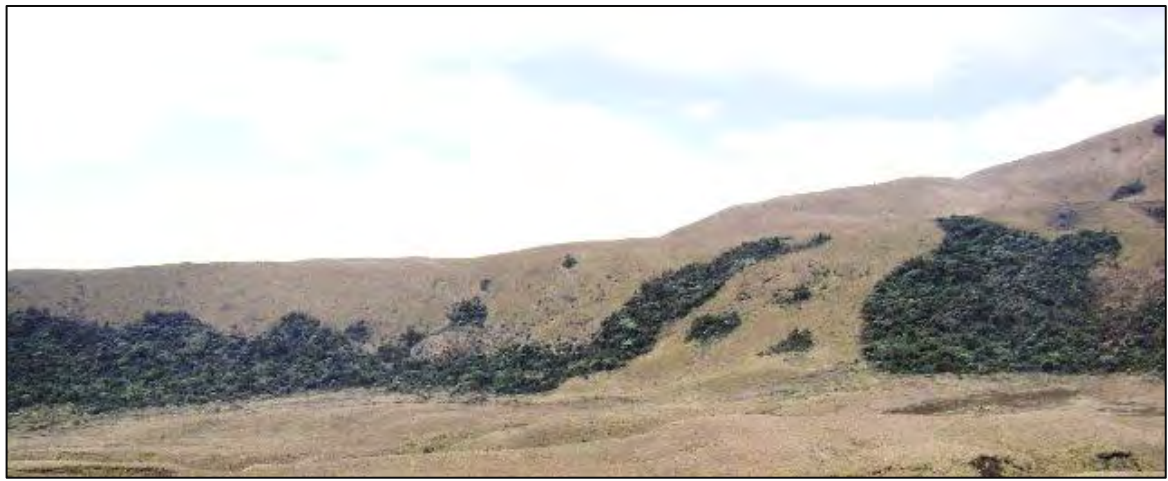
7.2.7.3 Vegetación de Páramo-Bosque Achaparrado (BSvP3). Esta cobertura tiene un alto nivel de participación, se presenta en tres municipios de los cuatro que hacen parte del área de estudio, el primer escenario y el de mayor extensión se encuentra en el municipio de Mallama (Piedrancha) en sentido Nor-occidente a Sur-occidente, parte alta de las quebradas, La ciénaga, El Guamuco, Puente piedra, Loma chiquita, Pueran, El Bano, La palma, El escritorio, La mesa y El molino, repartidas en 10 parches que sumadas dan una extensión de 597 has, encontradas entre los 3.000 a 3.700 m.s.n.m aproximadamente.

El segundo escenario se encontró en la zona Nor-oriental del área de estudio municipio de Túquerres, vereda Potrerillos Azufral, flanco oriental del cerro Negro, microcuenca de la quebrada Gaparrosa y la cuenca alta de la quebrada La Ortiga entre los corregimientos de Rancho Grande y San Roque. Este sector represento un área de 408 has y se ubicó entre los 2.900 a 3.700 m.s.n.m aproximadamente.

El Tercer escenario de esta cobertura y el de menor área se evidencia en la zona norte del área de estudio en los flacos del cerro Quindescas y a lo largo de la quebrada El Salado, municipio de Santacruz a una altura entre los 3.100 a 3.300 m.s.n.m aproximadamente, este sector represento un área de 124 has.

El área total de esta unidad de cobertura para el año de 2010 fue de 1.129 has y representa el 6,3%.

Figura 46. Vegetación de páramo-bosque achaparrado, vereda La Ciénaga



Fotografía: Jack Pastrana. (2013)

7.2.7.4 Vegetación de páramo-pajonal arbustal (BSvP2). Esta cobertura presenta la mayor extensión para el periodo 2010, y se evidencia en los cuatro municipios que conforman el área de estudio, bordeando gran parte de la superficie del volcán Azufral de manera continua, extendiéndose desde los 3.800 hasta los 3.200 m.s.n.m. Para el municipio de Mallama (Piedrancha) sector occidental del área de estudio se ubica sobre las quebradas, La Mesa, El Molino, La Palma, El Escritorio, Cangagua y el Baño, corregimientos de Chambú y El guabo, en el municipio de Sapuyes sentido sur del área de estudio se encuentra desde la cuenca alta de las quebradas El Carmelo, Seca, Boquerón, Ladrones, Honda, y El Común, sector de la vereda El Espino y Panamal; para el oriente a municipio de Túquerres se encuentra por toda la cuenca alta de la quebrada Chaitán, sector el Camino del Viento, cuchilla las Cortaderas, cerro Bordoncillo y cerro Negro, por último en la zona municipio de Santacruz (Guachaves) se evidencia desde la parte alta del cerro negro y sobre la vertiente de la quebrada Chinganán.

La concentración de esta unidad de cobertura predomina entre las partes altas y céntricas del área de estudio, aunque se puede evidenciar algunos parches de esta unidad en la zona Nor-occidental en el municipio de Mallama (Piedrancha), ubicándose en la parte baja de la microcuenca de la quebrada Puente Piedra entre los 3.150 a 3.450 m.s.n.m aproximadamente.

El área total de esta unidad de cobertura para el periodo de 2010 fue de 3132 has y representa el 17, 7%.

Figura 47. Vegetación de páramo- pajonal arbustal, vereda La Ciénaga



Fotografía: Jack Pastrana. (2013)

7.2.7.5 Vegetación de páramo-pajonal (BSvP4). Este tipo de cobertura hace presencia en dos sectores específicos del área de estudio; el primero y el de mayor participación se ubica al Nor-orienté del municipio de Túquerres, en las veredas El Salado y Esnabu con una extensión de 308 has, bordeando la cuenca alta de las quebradas El arrayan y El salado entre los 3.150 a 3.750 m.s.n.m aproximadamente. El segundo escenario con esta unidad de cobertura se ubica más al norte del área de estudio, municipio de Santacruz (Guachaves), con una extensión de 179 has en el páramo la ventana entre las cotas de 3.450 a 3.850 m.s.n.m aproximadamente.

El área total de esta unidad de cobertura para el periodo de 2010 fue de 487 has y representa el 2,7 %

Figura 48. Vegetación de páramo pajonal, vereda Changanan



Fotografía: Robert López. (2013)

7.2.7.6 Vegetación de Páramo-Pajonal Frailejonal (BSvP5). Esta unidad de cobertura se evidencia en el sector Nor-occidente, veredas La Oscurana, Pueran y en el sector conocido como Peñas Negras parte Nor-occidental del área de investigación, entre los 3.250 a 3.900 m.s.n.m aproximadamente, con una extensión de 1.556 has, bordeando la parte alta de las quebradas, Puente Piedra, El Guamuco, La Planada, El Salado, La Palma, Loma Chiquita, Pueran, principales afluentes del Rio Verde.

Esta cobertura para el año 2010 representa el 8,8%, el total del área de estudio.

Figura 49. Vegetación de páramo-pajonal frailejonal, vereda Changanan



Fotografía: Armando Guía Ecoturístico San Roque. (2014)

7.2.7.7 Vegetación de superpáramo (BSvPs). Esta unidad de cobertura se ubica en un solo sector en particular, vereda Panamal, municipio de Sapuyes, lado oriental de la laguna verde entre los 3.900 a 4.000 m.s.n.m, siendo esta el área más elevada y presentando una extensión de 101 has para un porcentaje de participación de 0,5% para el año 2010.

Figura 50. Vegetación de Superpáramo municipio Sapuyes, vereda Panamal



Fotografía: Jack Pastrana. (2013)

7.2.8 Tierras desnudas y degradadas-azufreras (BSatd). Este tipo de cobertura principalmente se encuentra en el cráter del volcán Azufral, bordeando la parte superior de la laguna verde, a 3.800 m.s.n.m, sin embargo vale resaltar que esta unidad se evidencia en toda el área de la laguna, pero se identifica y se mapifica solo el sector norte, debido a que supera lo establecido en el área mínima de mapeo asignada para la realización de este estudio, con una extensión de 10 has y representa el 0,1 % para este año.

Figura 51. Tierras desnudas o degradadas-azufreras, vereda El Espino



Fotografía: Jack Pastrana. (2013)

7.2.9 Turbera (Aht). Se evidencio una sola cobertura en el municipio de Sapuyes, vereda El Espino, con un área de 14 has aproximadamente, ubicada en la parte alta sobre el páramo del Volcán Azufral, zona de recarga de las quebradas El carrizo y Los molinos, a una altura de 3.750 a 3.900 m.s.n.m, con una extensión de 14 has y representa el 0,1 %.

Sin embargo este dato puede variar debido a que se encuentra en función de los parámetros de la imagen satelital utilizada tales como; la fecha de toma de la imagen que para este caso si presenta una época lluviosa puede mostrar mayor cubrimiento, a diferencia de que en los periodos secos los niveles digitales de la imagen pueden mostrar menor área, por lo tanto la verificación en campo sirvió como herramienta para identificar de manera más precisa la unidad de cobertura.

Figura 52. Turbera, vereda El Espino

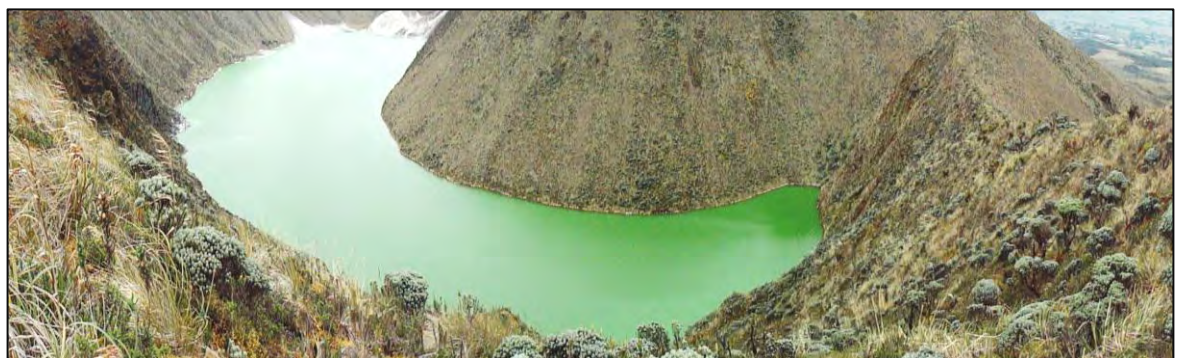


Fotografía: Robert López. (2014)

7.2.10 Lagos, lagunas y ciénagas naturales (SAclC). Esta cobertura se presenta en cuatro sectores, dentro de la jurisdicción del municipio de Sapuyes vereda El Espino, donde se mapifican cuatro espejos de agua, de los cuales el más representativo es la laguna Verde por ser el de mayor superficie con 21 has, ubicándose en el cráter del volcán Azufra, sin embargo este dato puede variar debido a que se encuentra en función de la fecha en que haya sido tomada la imagen ya que en época lluviosa puede presentar mayor superficie que en un periodo seco.

El área total de esta unidad de cobertura para el año de 2010 fue de 22 has y representa el 0,1%.

Figura 53. Lagos, lagunas y ciénagas naturales, laguna verde volcán Azufra, municipio Sapuyes

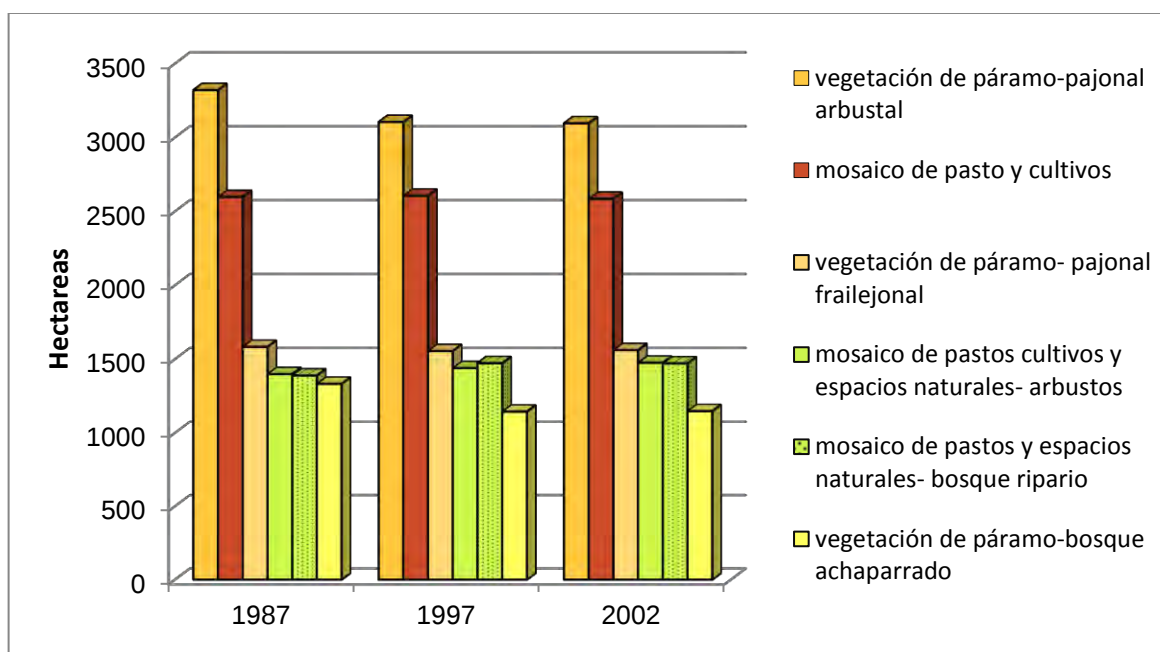


Fotografía: German Narváez Bravo.

7.3 PRINCIPALES COBERTURAS DE SUELO PARA LOS AÑOS, 1987-1997-2002

La dinámica que presentaron las áreas de las coberturas referente a los años 1987-1997-2002, muestra la perdida y el aumento de superficie que sufrieron algunas de ellas, donde las más importantes por presentar áreas mayores a 1000 has fueron; vegetación de páramo-pajonal arbustal, mosaico de pasto y cultivos, vegetación de páramo- pajonal frailejonal, mosaico de pastos y espacios naturales-arbustos, mosaico de pastos y espacios naturales-bosque ripario, y vegetación de páramo-bosque achaparrado. Para ello el grafico muestra esta variación representada para los 3 años anteriormente mencionados.

Figura 54. Comportamiento de las coberturas más importantes, referentes a los años 1987-1997-2002



Fuente este estudio

Para las demás coberturas encontradas, su área no sobrepaso las 950 has como se puede evidenciar en las tablas de cobertura para cada año presentadas a continuación.

Tabla 14. Cobertura de suelo para el año 1987

C O B E R T U R A D E S U E L O P A R A E L A Ñ O 1987							Area	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	CODIGO	Has	%		
TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	Zonas urbanizadas	Tejido Urbano Continuo		Tzuc	89	0.5		
		Tejido Urbano Discontinuo		Tzud	19	0.1		
	zonas de extraccion minera y escombrera	Zona de Extraccion Minera(Cantera de Arena)		Tzem	3	0.02		
TERRITORIOS AGRICOLAS	Pastos	Pastos Limpios		TApl1	576	3		
		Pastos Enmalezados		TApe2	349	2		
		Pastos y Arbustos		TApa3	734	4		
	Areas agricolas Heterogeneas	Mosaico de pastos y cultivos		TAHm1	2597	15		
		Mosaico de Pastos Cultivos y Espacios Naturales	Mosaico de Pastos Cultivos y Espacios Naturales-Arbustos	TAHm2	1399	8		
		Mosaico de Pastos y Espacios Naturales	Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Arbustos	TAHm3	767	4.2		
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Bosque Ripario	TAHm4	1389	8		
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Bosque Achaparrado	TAHm5	215	1.2		
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Pajonal Arbustal	TAHm6	28	0.2		
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Pajonal	TAHm7	31	0.2		
BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	Bosques	Bosque Natural Denso		BSbnd	927	5		
		Bosque Natural Fragmentado		BSbnf	728	4		
		Bosque Ripario		BSbr	78	0.4		
		Bosque Plantado		BSbp	22	0.1		
	Areas con vegetacion hervacea y/o arbustiva	Arbustos Altos		Bsvhaa	402	2.3		
		Arbustos Bajos		Bsvhab	192	2		
		Vegetacion de Subpáramo		BSvP	48	0.3		
		Vegetacion de Páramo	Arbustal	BSvP1	183	1		
			Pajonal Arbustal	BSvP2	3321	18		
			Bosque Achaparrado	BSvP3	1333	8		
			Vegetación de Páramo(Bosque Achaparrado Fragmentado)	BSvP3f	91	0.5		
			Pajonal	BSvP4	520	3		
			Pajonal Frailejonal	BSvP5	1583	9		
		Vegetacion de Superpáramo		BSvPs	103	0.6		
	Areas abiertas, sin o con poca vegetación	Tierras Desnudas o Degradadas	Azufreras	BSatd	3	0.02		
AREAS HUMEDAS	Areas Humedas Continentales	Zonas Pantanozas		AHp	3	0.02		
		Turbera		AHt	17	0.1		
SUPERFICIES DE AGUA	Aguas continentales	Lagos, Lagunas y Ciénagas Naturales		Saclc	24	0.1		
TOTAL					17774	100		

Fuente: este estudio

Tabla 15. Cobertura de suelo para el año 1997

COBERTURA DE SUELO PARA EL AÑO 1997						Area Has	%		
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	CODIGO					
TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	Zonas urbanizadas	Tejido Urbano Continuo			Tzuc	97	0.5		
		Tejdo Urbano Discontinuo			Tzud	19	0.1		
	zonas de extraccion minera y escombrera	Zona de Extraccion Minera(Cantera de Arena)			Tzem	3	0.02		
TERRITORIOS AGRICOLAS	Pastos	Pastos Limpios			TApl1	624	3.5		
		Pastos Enmalezados			TApe2	304	1.7		
		Pastos y Arbustos			TApa3	754	4.2		
					TAHm1	2604	15		
	Areas agricolas Hetereogeneas	Mosaico de pastos y cultivos				TAHm2	1440	8.1	
		Mosaico de Pastos Cultivos y Espacios Naturales		Mosaico de Pastos Cultivos y Espacios Naturales-Arbustos		TAHm3	831	5	
		Mosaico de Pastos y Espacios Naturales		Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Bosque Ripario		TAHm4	1473	8.3	
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Bosque Achaparrado		TAHm5	262	1.4		
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Pajonal Arbustal		TAHm6	34	0.2		
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Pajonal		TAHm7	31	0.2		
		BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	Bosques	Bosque Natural Denso			BSbnd	868	5
	Bosque Natural Fragmentado					BSbnf	946	5.3	
Bosque Ripario				BSbr		69	0.4		
Bosque Plantado				BSbp		29	0.2		
Areas con vegetacion hervacea y/o arbustiva	Arbustos Altos			Bsvhaa		379	2.1		
	Arbustos Bajos			Bsvhab		139	0.8		
	Vegetacion de Subpáramo			BSvP		42	0.2		
	Vegetacion de Páramo			BSvP1		185	1		
				BSvP2		3105	17		
				BSvP3		1145	6.4		
				BSvP3f		173	1		
				BSvP4		519	3		
				BSvP5		1555	9		
			Vegetacion de Superparamo			BSvPs	102	0.6	
Areas abiertas, sin o con poca vegetación	Tierras Desnudas o Degradadas		Azufreras			BSatd	5	0.3	
AREAS HUMEDAS	Areas Humedas Continentales		Turbera				AHt	11	0.06
SUPERFICIES DE AGUA	Aguas continentales		Lagos, Lagunas y Cienagas Naturales				Sac1c	26	0.1
TOTAL						17774	100		

Fuente: este estudio

Tabla 16. Cobertura de suelo para el año 2002

C O B E R T U R A D E S U E L O P A R A E L A Ñ O 2 0 0 2						Area	
NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	CODIGO	Has	%	
TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	Zonas urbanizadas	Tejido Urbano Continuo		 Tzuc	117	0.6	
		Tejdo Urbano Discontinuo		 Tzud	22	0.1	
	zonas de extraccion minera y escombrera	Zona de Extraccion Minera(Cantera de Arena)		 Tzem	5	0.02	
TERRITORIOS AGRICOLAS	Pastos	Pastos Limpios		 TApl1	606	3	
		Pastos Enmalezados		 TApe2	325	2	
		Pastos y Arbustos		 TApa3	774	4.4	
	Areas agricolas Hetereogeneas	Mosaico de pastos y cultivos		 TAHm1	2585	15	
		Mosaico de Pastos Cultivos y Espacios Naturales	Mosaico de Pastos Cultivos y Espacios Naturales-Arbustos	 TAHm2	1479	8.3	
		Mosaico de Pastos y Espacios Naturales	Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Arbustos	 TAHm3	847	4.8	
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Bosque Ripario	 TAHm4	1471	8.2	
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Bosque Achaparrado	 TAHm5	266	1.5	
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Pajonal Arbustal	 TAHm6	37	0.2	
			Mosaico de Pastos y Espacios Naturales-Pajonal	 TAHm7	32	0.2	
BOSQUES Y AREAS SEMINATURALES	Bosques	Bosque Natural Denso		 BSbnd	873	5	
		Bosque Natural Fragmentado		 BSbrf	917	5.2	
		Bosque Ripario		 BSbr	73	0.4	
		Bosque Plantado		 BSbp	28	0.2	
	Areas con vegetacion hervacea y/o arbustiva	Arbustos Altos		 Bsvhaa	367	2	
		Arbustos Bajos		 Bsvhab	145	0.8	
		Vegetacion de Subpáramo		 BSvP	43	0.2	
		Vegetacion de Páramo		Arbustal	 BSvP1	197	1.1
				Pajonal Arbustal	 BSvP2	3096	17.4
				Bosque Achaparrado	 BSvP3	1148	6.6
				Vegetacion de Páramo(Bosque Achaparrado Fragmentado	 BSvP3f	141	0.8
				Pajonal	 BSvP4	473	2.7
				Pajonal Frailejonal	 BSvP5	1561	8.8
				Vegetacion de Superparamo	 BSvPs	102	0.6
	Areas abiertas, sin o con poca vegetación	Tierras Desnudas o Degradadas	Azufreras	 BSatd	7	0.04	
AREAS HUMEDAS	Areas humedas continentales	Turbera		 AHt	14	0.08	
SUPERFICIES DE AGUA	Aguas continentales	Lagos, Lagunas y Cienagas Naturales		 Saclc	23	0.1	
TOTAL					17774	100	

Fuente: este estudio

8 PRESENTACION DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA

En este capítulo se expondrá los diferentes cambios de cobertura del suelo ocurridos para todos los periodos de estudio, donde se analizaron los factores que han incidido a la transformación de cobertura inicial, identificando su área y localización.

Para el periodo de 1987-1997 se identificaron 11 tipos de cambios de cobertura, de los cuales, la intervención pecuaria en páramo con deforestación, expansión cobertura boscosa en páramo, intervención pecuaria y regeneración/restauración, son los cuatro cambios más representativos, con áreas superiores a 100 has, los cambios que presentaron menor área estuvieron por debajo de las 100 has como se muestra en la siguiente tabla.

Las coberturas de suelo donde se presentaron la mayor parte de estos cambios fueron, vegetación de páramo-bosque achaparrado, pajonal, pajonal arbustal, pajonal frailejonal, pastos enmalezados, mosaico de pastos y cultivos, pastos limpios, pastos y arbustos, bosque natural fragmentado.

Tabla 17. Tipos cambios de cobertura periodo 1987-1997

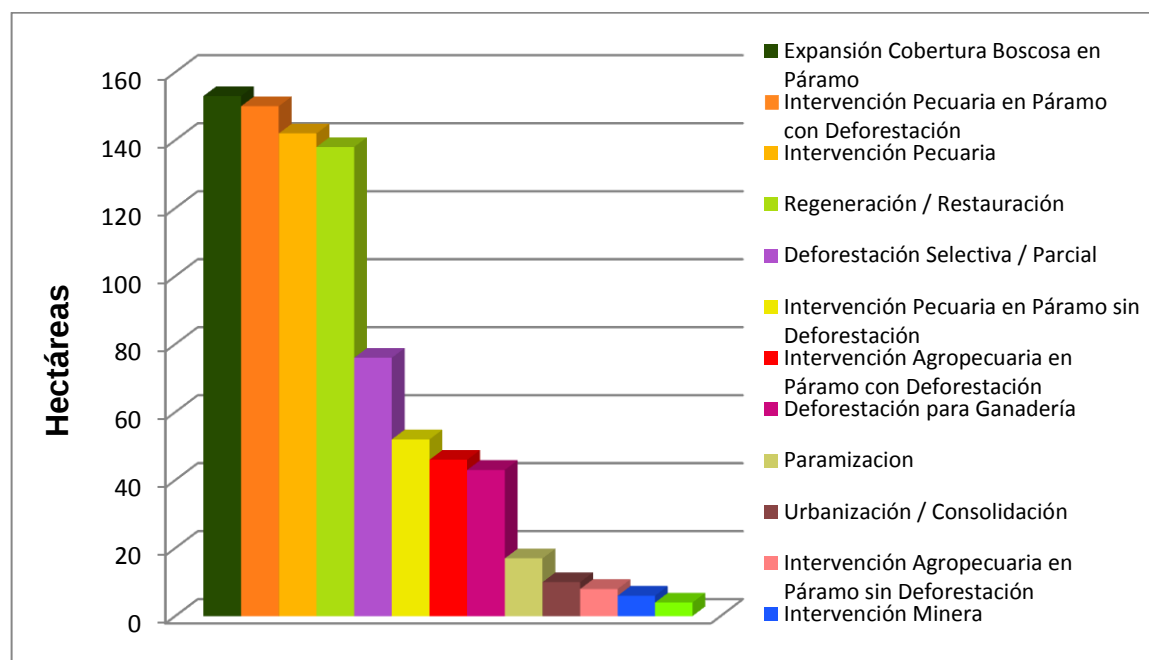
Tipo de Cambio		Has	%
Deforestación para Ganadería		43	0.2
Deforestación Selectiva / Parcial		76	0.4
Expansión Cobertura Boscosa en Páramo		153	0.9
Explotación Forestal en páramo		4	0.1
Intervención Pecuaria en Páramo con Deforestación		150	0.9
Intervención Pecuaria en Páramo sin Deforestación		52	0.3
Intervención Agropecuaria en Páramo con Deforestación		46	0.3
Intervención Agropecuaria en Páramo sin Deforestación		8	0.05
Intervención Pecuaria		142	0.8
Paramizacion		17	0.1
Regeneración / Restauración		138	0.8
Urbanización / Consolidación		10	0.1
Sin Cambios		16935	95.3
TOTAL		17774	100

Fuete: este estudio

El 95.3 % del área de estudio no represento cambios, donde las coberturas más predominantes de este porcentaje son; vegetación de páramo-pajonal arbustal, vegetación de páramo pajonal frailejonal y mosaico de pastos y cultivos. En el 5 %

restante se evidencian los tipos de cambio presentados para este periodo y que se muestran de mayor a menor en la siguiente figura.

Figura 55. Cambios de cobertura en hectáreas, para el periodo 1987-1997



Fuente: este estudio

Para cada tipo de cambio referente al periodo 1997-2002, el área individual no supera más de 60 has, siendo los más representativos la regeneración restauración, intervención pecuaria y deforestación para ganadería. Los demás cambios estuvieron por debajo de las 30 has, como lo muestra la tabla 18.

Las coberturas donde se presentaron la mayor parte de estos cambios fueron pastos limpios, pastos enmalezados y mosaico de pastos y cultivos.

Tabla 18. Tipos cambios de cobertura periodo 1997-2002

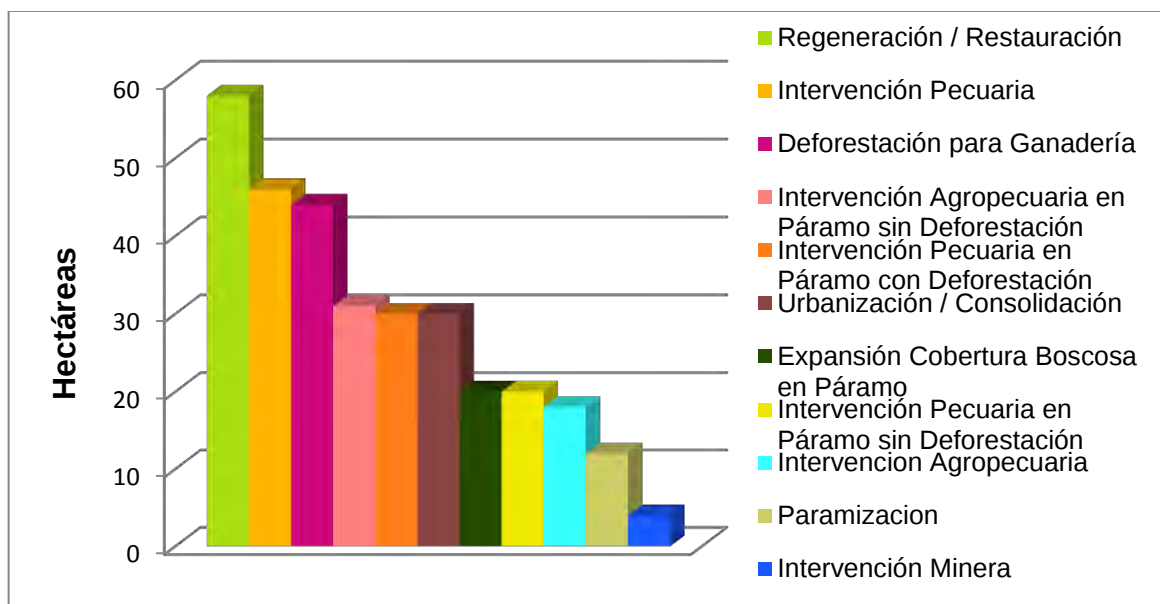
Tipo de Cambio		Has	%
Deforestación para Ganadería		44	0.1
Expansión Cobertura Boscosa en Páramo		20	0.1
Intervención Pecuaria en Páramo con Deforestación		30	0.2
Intervención Pecuaria en Páramo sin Deforestación		20	0.1
Intervención Agropecuaria en Páramo sin Deforestación		31	0.2
Intervención Pecuaria		46	0.3
Intervención Agropecuaria		19	0.1

Intervención Minera		4	0.02
Paramizacion		12	0.07
Regeneración / Restauración		58	0.3
Urbanización / Consolidación		30	0.2
Sin Cambios		17460	98.3
TOTAL		17774	100

Fuente: este estudio

Para este periodo el 98,2 % del área de estudio no presento alteraciones significativas en las coberturas de suelo, principalmente la cobertura de bosque natural denso y la vegetación de páramo pajonal, pajonal arbustal y frailejonal no presentaron ningún tipo de intervención.

Figura 56. Cambios de cobertura en hectáreas, para el periodo 1997-2002



Fuente: este estudio

Para este periodo 2002-2010 se encontraron 9 tipos de cambios, de los cuales la mayor participación según el área identificada la presento los cambios de intervención pecuaria, deforestación para ganadería y regeneración/restauración; además los procesos en relación con la intervención para la zona de páramo se redujeron en un 90% en comparación con el resto de periodos estudiados.

Las coberturas que presentaron la mayor parte de estos cambios fueron; arbustos bajos, pastos enmalezados y mosaico de pastos y cultivos.

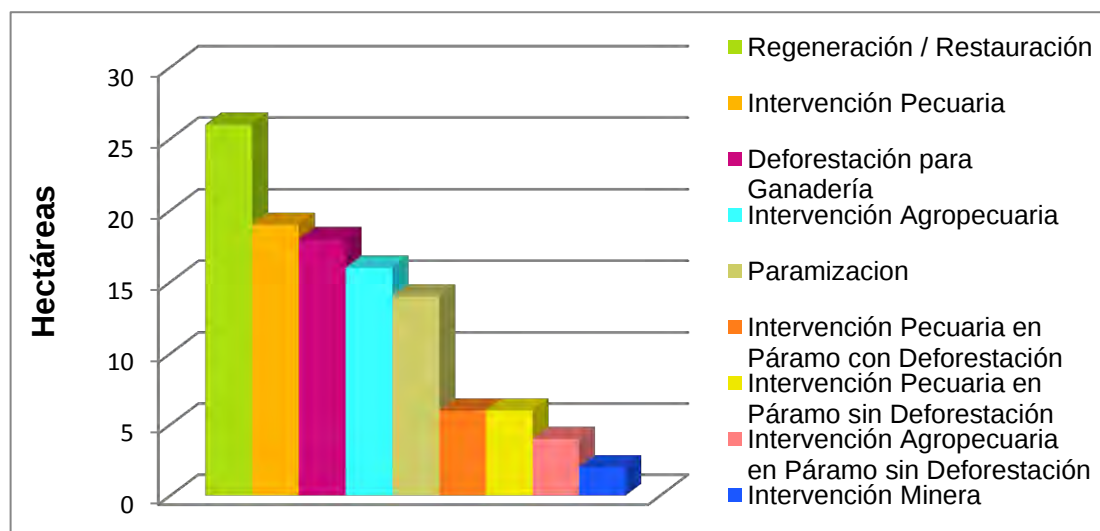
Tabla 19. Tipos cambios de cobertura periodo 2002-2010

Tipo de Cambio	Has	%
Deforestación para Ganadería	18	0.1
Intervención Pecuaria en Páramo con Deforestación	6	0.03
Intervención Pecuaria en Páramo sin Deforestación	6	0.03
Intervención Agropecuaria en Páramo sin Deforestación	4	0.02
Intervención Pecuaria	19	0.1
Intervención Minera	2	0.01
Intervención Agropecuaria	16	0.1
Paramizacion	14	0.1
Regeneración / Restauración	26	0.2
Sin Cambios	17663	99.4
TOTAL	17774	100

Fuente: este estudio

Según el porcentaje de los cambios el 99,4 % no muestra ningún tipo de intervención, siendo este el periodo donde se presentó una estabilidad, en la mayor parte de las coberturas del suelo,

Figura 57. Cambios de cobertura en hectáreas, para el periodo 1997-2002



Fuente: este estudio

Para el análisis de los cambios del periodo total, equivalente a 23 años 1987-2010, se evidenciaron 14 tipos de cambios de la cobertura de suelo, de los cuales 280 has de la vegetación de páramo-bosque achaparrado, fueron transformados a diferentes usos agropecuarios, demostrando cambios de intervención pecuaria en

páramo con deforestación e intervención agropecuaria en páramo con deforestación e intervención pecuaria, siendo esta última una constante en los anteriores periodos de análisis, pero que para este en particular, genero el mayor porcentaje con un 0.8%.

Otro cambio importante que se contrasta con los procesos de deforestación que se generaron en la zona de páramo, ha sido la expansión de la cobertura boscosa, la cual se presenta de forma natural, y que reintegro aproximadamente el 50% de recuperación en coberturas, principalmente de bosque achaparrado. Cobertura que anteriormente había sido deteriorada por procesos de desmonte para la incorporación de actividades agropecuarias.

El paso de coberturas tales como pastos limpios, pastos enmalezados, mosaico de pastos y cultivos, mosaico de pastos cultivo y espacios naturales, arbustos bajos, que para este periodo presentaron regeneración a coberturas de bosque natural denso, bosque natural fragmentado y/o arbustos altos, vegetación de páramo pajonal arbustal o vegetación de páramo bosque achaparrado, es un proceso significativo que para este periodo presento un área de 139 has, siendo de gran importancia ya que genera la restauración de algunas áreas que estaban sometidas a actividades productivas conformando nuevamente un aspecto natural dentro del ecosistema de páramo.

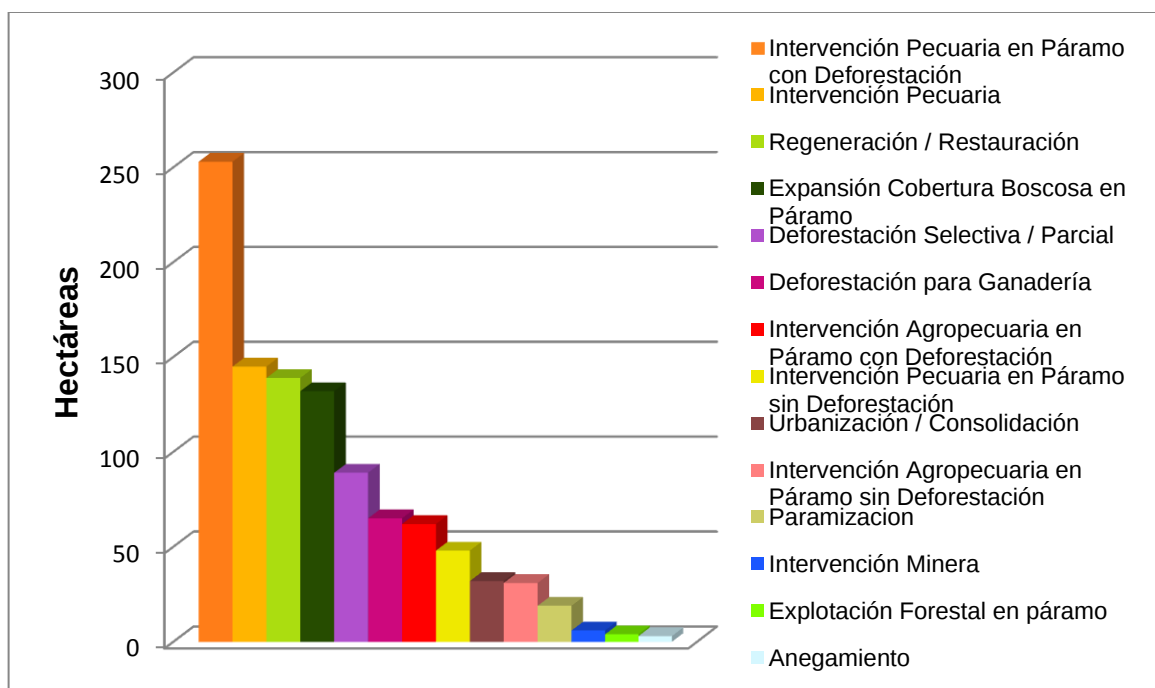
Tabla 20. Tipos cambios de cobertura periodo 1987-2010

Tipo de Cambio		Has	%
Anegamiento		3	0.01
Deforestación para Ganadería		65	0.4
Deforestación Selectiva / Parcial		89	0.5
Expansión Cobertura Boscosa en Páramo		132	0.7
Explotación Forestal en páramo		4	0.02
Intervención Pecuaria en Páramo con Deforestación		253	1.4
Intervención Pecuaria en Páramo sin Deforestación		48	0.2
Intervención Agropecuaria en Páramo con Deforestación		62	0.3
Intervención Agropecuaria en Páramo sin Deforestación		31	0.2
Intervención Pecuaria		145	0.8
Intervención Minera		6	0.03
Paramizacion		19	0.1
Regeneración / Restauración		139	0.8
Urbanización / Consolidación		32	0.2
Sin Cambios		16746	94.2
TOTAL		17774	100

Fuente este estudio

Del porcentaje total de cambios el 94.2% no represento ningún tipo de intervención, pero se consolido como el periodo donde se evidenciaron los mayores cambios de cobertura, como lo muestra el siguiente gráfico.

Figura 58. Cambios de cobertura en hectáreas, para el periodo 1987-2010



Fuente: este estudio

8.1 TIPOS DE CAMBIOS DE COBERTURA Y FACTORES OCURRIDOS DENTRO DE LOS PERIODOS DE ESTUDIO.

Dentro de este capítulo encontraremos la definición para cada uno de los tipos de cambios de cobertura encontrados en la realización de este estudio; además se encuentra la explicación detallada de cada uno de los mapas de cambios, generados para cada periodo 1987 a 1997, 1997 a 2002, 2002 a 2010 y 1987 a 2010, identificando las causas y factores relacionados con las categorías de cambio encontradas.

8.2 Anegamiento. El proceso de anegamiento en los suelos, se presenta cuando estos son impermeables o tienen un déficit de infiltración, o cuando existe un aporte importante del recurso hídrico, generando una sobresaturación, donde el escurrimiento superficial es la forma única de evacuación del exceso de agua, encontrando superficies encharcadas; este proceso es común encontrarlo en los

páramos donde los suelos filtran el agua que se retiene, y que más abajo se convierten en grandes ríos y quebradas.

Para este cambio principalmente se encontró, que una parte de la *vegetación de páramo pajonal arbustal* presenta anegamiento (sobresaturación del suelo), de lo cual se pudo inferir que este comportamiento puede cambiar, sea incrementando o disminuyendo, según como sea tratado o como varíe la temperatura del ecosistema altoandino.

8.2.1 Anegamiento (periodo 1987-2010) este cambio evidenciado en la vereda el espio municipio de Sapuyes, presento una extensión de 3 has, donde la evidencia de suelos saturados de agua, generaron turberas, las cuales presenta una extensión aproximadamente de 14 has y pueden presentar variación según el año que sea estudiado. Ver mapas de cobertura de suelo para cada año.

Los factores para este cambio son procesos naturales que presenta la zona de páramo, ya que al ser un ecosistema regulador del recurso hídrico, es fácil encontrar suelos encharcados o inundados, como es el caso que se evidencio en la parte alta del volcán Azufra a los 3.900 m.s.n.m. siendo este la zona de recarga de 3 importantes quebradas como son, quebrada El Carrizo, Los molino y El Común principales afluentes del rio Sapuyes.

Tabla 21. Porcentajes y hectáreas de cambio anegamiento

Tipo de cambio		1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
Anegamiento		has	%	has	%	has	%	has	%
		0	0	0	0	0	0	3	0,1

Fuente: este estudio

8.3 Explotación forestal en páramo. Se define como la acción de extraer determinados recursos de una extensión de bosque bien sea natural o plantada, para así poder obtener productos como la madera, frutos, entre otros. Para este cambio se despojó la cobertura de suelo *pajonal Arbustal*, para dar pasó a la plantación de pino con fines comerciales, generando efectos negativos; como la degradación del suelo y la desestabilización de las capas freáticas.

8.3.1 Explotación forestal en páramo (periodo 1987-1997) la explotación forestal como tipo de cambio, se presentó para este periodo en el municipio de Túquerres, vereda la ciénaga sobre los 3.600 m.s.n.m. evidenciando una plantación de 4 has de pino sobre la vegetación de páramo-pajonal arbustal.

8.3.2 Explotación forestal en páramo (periodo 1987-2010) como en el anterior periodo este tipo de cultivo de pino, presenta las mismas características se ubica a los 3.600 m.s.n.m, municipio de Túquerres, vereda La Ciénaga con una extensión de 4 has.

Los factores influyentes para que se presente este cambio, se atribuyen principalmente a la práctica que se da de incorporar especies de árboles en los predios, con el propósito de generar el recurso maderable, evitando que se tale los bosques naturales para este fin, debido a que las comunidades campesinas utilizan la leña para usos domésticos, como también para la quema de carbón y ladrillo. Esta idea la brinda la corporación autónoma de Nariño, y ha recibido una respuesta favorable de parte de los pobladores, evidenciando predios dedicados completamente a la siembra de pino y eucalipto, como se evidencia en el sector del Espino.

Figura 59. Cultivos de pino, vereda Panamal, municipio de Mallama

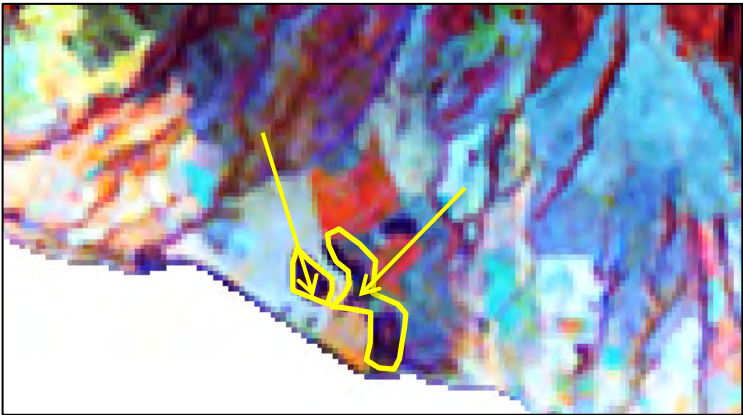


Imagen Landsat combinación de bandas 4-5-3

Tabla 22. Porcentajes y hectáreas de cambio explotación forestal en páramo

Tipo de cambio	1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
	has	%	has	%	has	%	has	%
Explotación forestal en páramo	4	0,02	0	0	0	0	4	0,02

Fuente: este estudio

8.4 Expansión de cobertura boscosa en páramo. Se presenta por la homogenización de los arbustos con las zonas de *bosque natural denso o bosque achaparrado*, extendiendo su área sobre coberturas de pajonal (arbustal, frailejonal), debido a que se encuentran en el límite con las coberturas de

inicialmente mencionadas. Este proceso es netamente natural causa del constante crecimiento que presenta la vegetación en zonas donde existe un bajo nivel de intervención antrópica.

8.4.1 Expansión cobertura boscosa en páramo (periodo 1987-1997) se presentó en los cuatro municipios que hacen parte de la zona de estudio, el primer sector está ubicado en el municipio de Mallama (Piedrancha) con una extensión de 93 has, distribuido de sur a Nor-occidente; entre los corregimientos de Chambú, vereda Tercan y vereda Pueran, perteneciente al corregimiento de Guabo, donde se evidencio el crecimiento que se presentó en el bosque denso, arbustos y la vegetación de páramo (bosque achaparrado) colonizando coberturas principalmente de pajonal Arbustal y pajonal Frailejonal a una altura de 2.900 y 3.450 m.s.n.m.

El segundo escenario se presentó en el municipio de Santacruz (Guachaves) en el flanco oriente del páramo de la ventana, vereda Chinganán con una extensión de 42 has donde la vegetación de páramo (pajonal arbustal) y la vegetación de páramo (pajonal frailejonal) cambiaron a arbustos y vegetación de páramo bosque achaparrado, este cambio se presentó entre los 3.200 y los 3.450 m.s.n.m.

Los últimos dos cambios y los de menor extensión se presentaron en los municipios de Túquerres y Sapuyes, para Túquerres el área perteneciente a este cambio fue de 12 has donde la vegetación de páramo-pajonal cambio a vegetación de páramo (bosque achaparrado); para el municipio de Sapuyes se evidencio que el bosque denso creció sobre suelos pertenecientes a turberas, siendo un cambio asociado con la disminución de estos humedales con una extensión de 6 has, estas dos unidades de cambios se encontraron entre las cotas de 2.450 a 3.800 m.s.n.m.

8.4.2 Expansión cobertura boscosa en páramo (periodo 1997-2002) Este tipo de cambio se pudo identificar en el municipio de Santacruz (Guachaves) corregimiento de Balalaika flanco Nor-occidental del cerro Quindescas y vertiente oriental de la quebrada Gaparrosa, sumando una extensión de 14 has, entre los 3.100 y 3.500 m.s.n.m. el siguiente sector se encuentra en el municipio de Mallama (Piedrancha) vereda la Oscurana parte baja de las quebradas La Ciénaga y El Guamuco, representando una extensión de 6 has de Arbustos altos los cuales crecieron sobre la vegetación de pajonal arbustal.

8.4.3 Expansión cobertura boscosa en páramo (periodo 1987-2010) Para este periodo fue evidente en 3 municipios del área de estudio; el primero y el de mayor representación se ubica en Mallama (Piedrancha), entre las veredas Tercan,

corregimientos del Guabo y La Oscurana, corregimiento de Puspued; encontrando un cambio con 58 has de expansión de cobertura de tipo arbórea, evidenciando el cambio de vegetación de páramo (pajonal arbustal) a bosque natural fragmentado. Para este mismo municipio al norte del área de estudio, entre los 3.150 a 3.350 m.s.n.m, presento cambios de cobertura de vegetación de páramo-pajonal arbustal a bosque natural denso y vegetación de páramo-bosque achaparrado, representando 18 has de este tipo de cambio.

La segunda área de este tipo de cambios se evidencia en el municipio de Santacruz (Guachaves) corregimiento de Balalaika, páramo de la Ventana y vertiente oriental del río Azufral, entre las cotas de 3.100 a 3.500 m.s.n.m aproximadamente, cambios que obedecen a procesos naturales donde la cobertura de vegetación de páramo-pajonal arbustal cambio a vegetación de páramo-arbustal, vegetación de páramo-pajonal a vegetación de páramo Bosque achaparrado fragmentado, en total esta área sumo una extensión de 39 has para este periodo.

Finalmente se identificó un parche de menor extensión con este tipo de cambio al Nor-oriental del área de estudio, municipio de Túquerres, vereda El Salado corregimiento de Rancho Grande, entre los 3.300 a 3.500 m.s.n.m, donde la cobertura inicial de vegetación de páramo-pajonal presento una disminución de 14 has cambio que obedece al avance de la vegetación de páramo-bosque achaparrado. Se cree también que estos cambios pueden estar influenciados por los efectos del clima especialmente los cambios de temperatura que se han presentado en las últimas décadas.

Para este proceso los factores que se presentan son de origen natural, ya que la expansión del bosque sea achaparrado o natural denso, se da por la crecimiento de los arbustos que se encuentran alrededor de estas coberturas homogenizando espacios que se presentaban como pajonales y/o pajonales arbustales. Tabla 15. Porcentajes y hectáreas de cambio expansión de cobertura boscosa en páramo en relación con los periodos de estudio.

Tabla 23. Expansión cobertura boscosa en páramo

Tipo de cambio	1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
	has	%	has	%	has	%	has	%
Expansión cobertura boscosa en páramo	153	0,9	20	0,1	0	0	132	0,8

Fuente: este estudio

Figura 60. Expansión de cobertura boscosa en páramo, vereda La Oscurana municipio Mallama

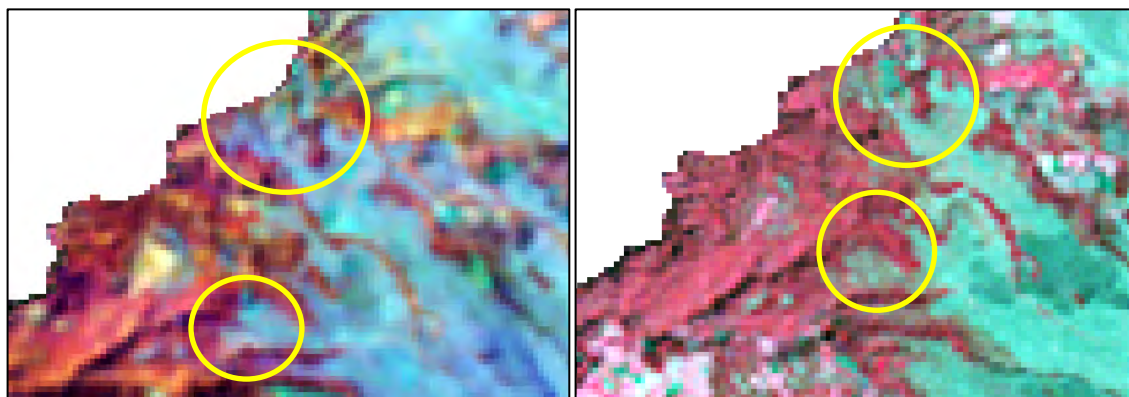


Imagen Landsat bandas 4-5-3, Aster bandas 3-2-1

8.5 Intervención pecuaria en páramo con deforestación. La intervención pecuaria en páramo, es un cambio que se presenta direccionado netamente a la actividad ganadera, donde se ha talado parches de la *vegetación de páramo-bosque achaparrado*, generando espacios que son adecuados como pastos para la manutención del ganado, que para este caso se encuentran especies netamente de clima frío como son; la Holstein para la producción de leche.

8.5.1 Intervención pecuaria en páramo con deforestación (periodo 1987-1997)

para el municipio de Santacruz (Guachaves) se presenta en la vertiente occidental de la quebrada Gaparrosa y quebrada Chinganán, veredas Taquelán y Chinganán, con una extensión de 123 has, donde se puede evidenciar la transformación que ha tenido la vegetación de páramo-bosque achaparrado y la vegetación de páramo- arbustal que a consecuencia de la intervención antrópica se encuentra como vegetación de páramo-bosque achaparrado fragmentado, y mosaico de pastos con áreas naturales; este cambio se sitúa entre los 2.950 y 3.450 m.s.n.m, cabe aclarar que en la parte baja de del bosque achaparrado, se evidencio vegetación alta no característica de esta unidad, pero por su bajo nivel de participación se la considero como vegetación de páramo-bosque achaparrado, quedando inmersa en una sola unidad.

El segundo sector se presenta en el municipio de Túquerres vereda Potrerillos Azufral, con una extensión de 22 has, donde el bosque achaparrado fue extraído para dar paso actividades pecuarias, encontrando mosaico de pastos con áreas naturales, a una altura de 3.100 y 3.400 m.s.n.m; el último sector se encuentra en el municipio de Mallama (Piedrancha) con una extensión de 5 has, parte alta de la

vereda Tercan donde se evidencio que la vegetación de páramo-bosque achaparrado, dio paso a la actividad pecuaria.

8.5.2 Intervención pecuaria en páramo con deforestación (periodo 1997-2002)

se encontró en la parte baja del cerro Quindescas, quebrada La Hoja, dentro de la jurisdicción del municipio de Santacruz (Guachaves), a una altura de 3.000 m.s.n.m, con una extensión de 22 has, las cuales fueron introducidas sobre la vegetación de páramo-bosque achaparrado. Otro parche de 2 has se presenta en la vereda Taquelán, sobre la cuenca de la quebrada Chapuesquer a una altura de 3.100 m.s.n.m.

Para el municipio de Mallama (Piedrancha) resulto un área de cambios de 6 has, en el corregimiento del Guabo vereda Pueran, entre las quebradas Loma Chiquita y La Palma, donde se ha intervenido la vegetación de páramo bosque achaparrado, a una altura de 3.000 a 3.250 m.s.n.m.

8.5.3 Intervención pecuaria en páramo con deforestación (periodo 2002-2010)

este tipo de cambio se presenta en la vegetación de páramo bosque achaparrado entre los 2.900 a 3.100 m.s.n.m. vereda Changanan, municipio de Santacruz (Guachaves), con una extensión de 6 has, siendo este el único parche encontrado en toda el área de estudio.

8.5.4 Intervención pecuaria en páramo con deforestación (periodo 1987-2010)

se evidencia en 3 de los 4 municipios que conforman el área de estudio afectando directamente el ecosistema de páramo. Para Santacruz el área referente a estos cambios es de 148 has, principalmente en la vegetación de páramo- bosque achaparrado, vegetación de páramo-arbustal, causando perdida de la cobertura natural generando mosaico de pastos y espacios naturales pertenecientes a actividades pecuarias principalmente ganado bovino para la producción de carne y leche.

El segundo sector se ubica en el municipio de Mallama en el oeste del área de estudio, donde se identificó un área de cambios ubicados en la vereda Tercan corregimiento de Chambú entre los 2.800 a 3.300 m.s.n.m evidenciando un cambio de cobertura natural de vegetación de páramo-bosque achaparrado a pastos y arbustos con un área de 79 has.

Finalmente en el municipio de Túquerres, vereda Potrerillos Azufral dicho cambio se evidencio en la vegetación de páramo-bosque achaparrado transformando su área a mosaico de pastos y espacios naturales-bosque achaparrado con un área de 25 has.

Los factores de cambios que se pueden deducir según la información brindada por los lugareños fue que este tipo de cambio obedece a ciertas prácticas que se relacionan con la parcelación de áreas para la actividad ganadera; por lo tanto las actividades agropecuarias principalmente, la ganadería ha tomado fuerza en los últimos años evidenciando el grado de intervención que ha tenido sobre la cobertura especialmente de páramo donde se involucra el bosque achaparrado.

Tabla 24. Porcentajes y hectáreas de cambio, intervención pecuaria en páramo con deforestación

Tipo de cambio		1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
Intervención pecuaria en páramo con deforestación		has	%	has	%	has	%	has	%
		150	0,9	30	0,2	6	0,03	253	1

Fuente: este estudio

Figura 61. Intervención pecuaria en páramo con deforestación, vereda Potrerillos Azufral

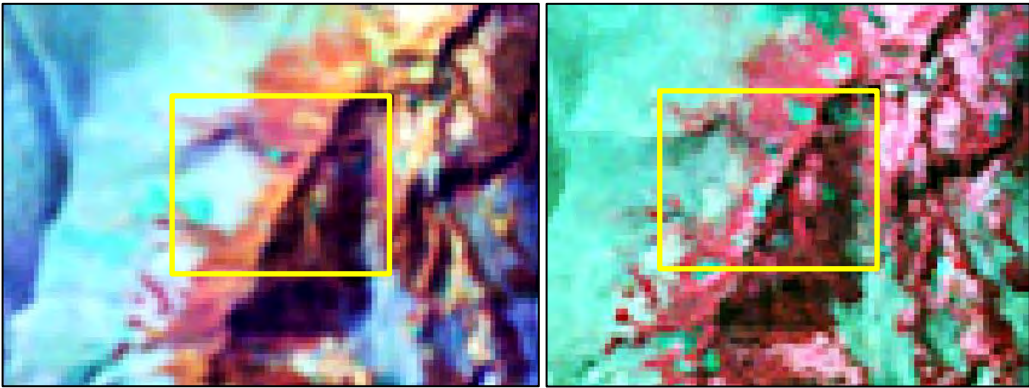


Imagen Landsat (1987) bandas 4-5-3, Aster (2010), bandas 3-2-1

8.6 Intervención pecuaria en páramo sin deforestación. este cambio presenta la transformación de la vegetación de páramo como la anterior, sin embargo el tipo de vegetación que se encuentra intervenida ha sido por la extracción de coberturas perteneciente a *pajonal*, *pajonal arbustal* y *pajonal frailejonal*, creando espacios para la ganadería, específicamente a la manutención del ganado bovino para la producción de leche; que en su mayoría se adecuan con quemas, ya que este proceso se considera más eficaz y representa menor inversión en tiempo y capital para las comunidades.

8.6.1 Intervención pecuaria en páramo sin deforestación (periodo 1987-1997)

la mayor presencia para este periodo se encuentra en el municipio de Santacruz

(Guachaves), con una extensión de 30 has, en las veredas Taquelán, Chinganán y costado occidental del cerro Quindescas, evidenciando que la vegetación de páramo pajonal-arbustal, se presenta para este periodo como mosaico de pastos y espacios naturales dedicados actualmente a la actividad ganadera entre los 2.900 a 3.300 m.s.n.m. El segundo parche se ubica en las vertientes de la quebrada el Guamuco y puente de piedra en el municipio de Mallama (Piedrancha), a una altura de 3.250 m.s.n.m, con una extensión de 7 has. Para Túquerres el área perteneciente a este cambio es de 19 has y se encuentra en la parte alta de la quebrada Tutachag y vertiente de la quebrada la Ortiga, vereda San Roque alto entre los 3.350 y 3.550 m.s.n.m.

8.6.2 Intervención pecuaria en páramo sin deforestación. (Periodo 1997-2002)

este tipo de cambio se pudo evidenciar en el municipio de Túquerres, corregimiento de Rancho Grande, vereda Paramillo Azufral con una extensión de 9 has, las cuales se ubican sobre una cobertura de páramo-pajonal arbustal, del mismo modo para el municipio de Santacruz (Guachaves) se evidencia una pequeña área de cambio, ubicado en el flanco oriental del cerro Quindescas a los 3.200 m.s.n.m y parte baja de la vereda Taquelán con 8 has a una altura de 3.350 m.s.n.m. aproximadamente.

8.6.3 Intervención pecuaria en páramo sin deforestación (periodo 2002-2010)

para en el municipio de Túquerres este cambio se encontró en la vereda El Chungel corregimiento de Santander, a una altura de 3.350 m.s.n.m. sobre parte de la vegetación de páramo-pajonal arbustal, representando una área de 6 has, siendo este parche el único encontrado para este periodo.

8.6.4 Intervención pecuaria en páramo sin deforestación (1987-2010)

este cambio se presentó en tres municipios del área de estudio, el primer sector perteneciente al municipio de Túquerres se ubicó entre los 3.350 a 3.550 m.s.n.m, veredas Esnabu y San Roque Alto, donde la vegetación de páramo-pajonal arbustal presento una intervención de 19 has para dar paso a mosaico de pastos y áreas naturales-arbustos.

Para el municipio de Santacruz (Guachaves) represento un área de 18 has sobre la vegetación de páramo-pajonal frailejonal y arbustal, donde la intervención pecuaria se ha incrementado, encontrando mosaico de pastos y espacios naturales, ubicados en la vereda Gualcha y cerro Quindescas entre los 2.850 y 3.350 m.s.n.m.

El último sector y el de menor extensión se ubica en el municipio de Mallama (Piedrancha) vereda La Oscurana, vertiente de la quebrada Puente Piedra, entre los 3.200 y 3.300 m.s.n.m. con una extensión de 7 has.

Al igual que el anterior cambio, los factores son repetitivos, a diferencia que para este tipo de intervención afecta la vegetación de páramo-pajonal y pajonal frailejonal, ya que la parcelación ha creado espacios que se identifican como intervención pecuaria en páramo sin deforestación. Estos procesos se realizan con mano de obra campesina y por medio de quemas, siendo este último el más utilizado para la adecuación de estos predios.

Tabla 25. Porcentajes y hectáreas de cambio, intervención pecuaria en páramo con deforestación

Tipo de cambio		1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
Intervención pecuaria en páramo sin deforestación		has	%	has	%	has	%	has	%
		52	0,3	20	0,1	6	0,03	48	0,27

Fuente: este estudio

8.7 Intervención agropecuaria en páramo con deforestación. Esta direccionada a los procesos de intervención antrópica, cuando se introducen actividades agropecuarias sobre la *vegetación de páramo bosque achaparrado*, evidenciando pastos para la ganadería y cultivos principalmente de la canasta familiar tales como habas, cebolla y ocas.

8.7.1 Intervención agropecuaria en páramo con deforestación (periodo 1987-1997). Este cambio se presenta en el municipio de Santacruz (Guachaves) y Túquerres, para Santacruz presenta un área de 29 has, sector Nor-oriental del cerro Quindescas y vereda Cualchag, entre las cotas de los 2.950 a 3.150 m.s.n.m. del mismo modo para el municipio de Túquerres este cambio se ubica sobre la divisoria de aguas de las quebradas el arrayan, El Salado y parte alta de la quebrada Tutachag a una altura de 3.150 a 3.300 m.s.n.m, con un área de 17 has.

8.7.2 Intervención agropecuaria en páramo con deforestación (periodo 1987-2010) Este cambio como se ha mencionado anteriormente se encontró específicamente en dos municipios Túquerres y Santacruz (Guachaves)

Para el municipio de Túquerres al oriente de la zona, se dio lugar en la divisoria de aguas de las quebrada El Arrayanal y El Salado a los 3.200 y 3.350 m.s.n.m, se establece un cambio de, vegetación de páramo-bosque achaparrado a mosaico de pastos cultivos y espacios naturales-arbustos, donde la intervención presento un

área de 33 has de las 137 has que tenía la vegetación de páramo en el año de 1987.

Otro sector se identificó en el municipio de Santacruz (Guachaves) flanco oriental del cerro quindescas donde la vegetación de páramo-arbustal cambio a Mosaico de pastos y espacios naturales arbustos, cambios que significo la pérdida de 32 has de vegetación natural.

El principal factor de cambio, para que se dé la intervención agropecuaria en páramo Según (Eudoro paz) lugareño de la zona; obedece a ciertas prácticas y actividades inducidas en los 80, las cuales se sostuvieron hasta finales de los 90; estas actividades en su mayoría agropecuarias promovieron el desmonte del bosque achaparrado, sin embargo los pobladores manifestaron que en algún tiempo se presentaron cultivos de orden ilícito específicamente el cultivo de amapola, provocando la tala de la cobertura natural para dar paso a este cultivo, claro está en menor proporción. Se puede deducir que el surgimiento de espacios naturales (arbustos) en la zona se puede tomar como un proceso de recuperación de la cobertura natural ya que algunas de estas prácticas se han terminado.

Este tipo de cambio se presenta por las constantes actividades agropecuarias dedicadas a los cultivos de papa, oca y algunas hortalizas, como también el aprovechamiento de los pastos para la ganadería, introducidos entre la vegetación de páramo bosque achaparrado y vegetación de páramo arbustal formando lo que se llama mosaico de pastos cultivos con áreas naturales.

Tabla 26. Porcentajes y hectáreas del cambio, intervención agropecuaria en páramo con deforestación

Tipo de cambio		1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
Intervención agropecuaria en páramo con deforestación		has	%	has	%	has	%	has	%
		46	0,3	0	0	0	0	62	0,4

Fuente: este estudio

8.8 Intervención agropecuaria en páramo sin deforestación. Este tipo de cambio se presenta cuando se han intervenido la *vegetación de páramo, pajonal, pajonal frailejona y pajonal arbustal*, a causa de las actividades productivas asociadas generalmente a los cultivos y pastos para la ganadería, donde su aprovechamiento es netamente para el sustento de las familias.

8.8.1 Intervención agropecuaria en páramo sin deforestación (periodo 1987-1997). Para este periodo se encontraron dos sectores ubicados en los municipios

de Túquerres y Santacruz (Guachaves) donde la vegetación de páramo-pajonal arbustal presenta 1 has dedicada a cultivos y pastos, entre los 3.100 m.s.n.m. para Túquerres en esta misma clase de vegetación se encontró un espacio con 7 has dedicado a actividades agropecuarias ubicado en la cuenca alta de la quebrada Tutachag.

8.8.2 Intervención agropecuaria en páramo sin deforestación (periodo 1997-2002) se evidencia dos parches en el área de estudio, ubicados en la vereda Esnabu municipio de Túquerres, donde la vegetación de páramo pajonal, fue intervenida para dar paso a la actividad agropecuaria, presentando para este periodo una extensión de 31 has, dedicadas a mosaico de pastos y cultivos y espacios naturales, cambio que se presenta a los 3.100 y 3.300 m.s.n.m.

8.8.3 Intervención agropecuaria en páramo sin deforestación (periodo 2002-2010) para este periodo se presenta una ampliación de la frontera agropecuaria en el flanco oriental del área de estudio, encontrando 4 has de pastos y cultivos a una altura de 3.300 m.s.n.m. donde la vegetación inicial para el periodo anterior era de páramo-pajonal arbustal evidenciando que la zona de páramo mantiene de manera constante el tipo de intervención agropecuaria.

8.8.4 Intervención agropecuaria en páramo sin deforestación (periodo 1987-2010) se identificó en dos sectores el primero ubicado en el municipio de Túquerres sobre la divisoria de aguas de las quebradas Arrayan, El Salado y cuenca alta de la quebrada Tutachag entre los 3.300 y 3.450 m.s.n.m, con una extensión de 19 has, cambio que se encontró en la vegetación de páramo-pajonal, presentado principalmente cultivos de papa, haba y oca, además los espacios sobrantes son dedicados a la ganadería para la producción de leche. El segundo sector ubicado en la vereda Cualchag municipio de Santacruz (Guachaves) y cerro negro a los 3.100 m.s.n.m, la vegetación de páramo- pajonal arbustal cambio, a mosaico de pastos cultivos y espacios naturales-arbustos, con una extensión de 12 has.

Los factores influyentes para la presencia de este cambio obedece al aprovechamiento de los recursos, donde la frontera agropecuaria ya alcanza niveles considerables de la zona o franja del páramo bajo, consecuencia de la constante actividad agropecuarias, que según los pobladores de la zona en la última década ha disminuido, principalmente por la concientización que se ha hecho con el argumento de preservar los recursos naturales especialmente el agua.

También según las entrevistas realizadas a los lugareños manifestaron que el cultivo de la amapola fue un motivo que indujo la implementación de espacios con fines a estas actividades, que al momento de ser abandonados por la presión de las autoridades ejercidas a comienzos de la última década, se adecuan como pastos para la manutención del ganado y otros para la siembra de algunos productos de la canasta familiar.

Tabla 27. Porcentajes y hectáreas de cambio intervención agropecuaria en páramo sin deforestación

Tipo de cambio		1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
Intervención agropecuaria en páramo sin deforestación		has	%	has	%	has	%	has	%
		8	0,1	31	0,2	4	0,02	31	0,2

Fuente: este estudio

8.9 Deforestación para ganadería. Se entiende por deforestación al desmonte total o parcial de las formaciones arbóreas para dedicar el espacio resultante a actividades agrícolas y/o ganaderos que para este caso es un fin enfocado más a la ganadería, de tal forma que el cambio asociado a este proceso es la extracción del *bosque natural denso*, *bosque natural fragmentado* y *bosque ripario*, para dar paso a pastos limpios y/o pastos con áreas naturales.

Figura 62. Deforestación para ganadería vereda La Oscurana, municipio Mallama

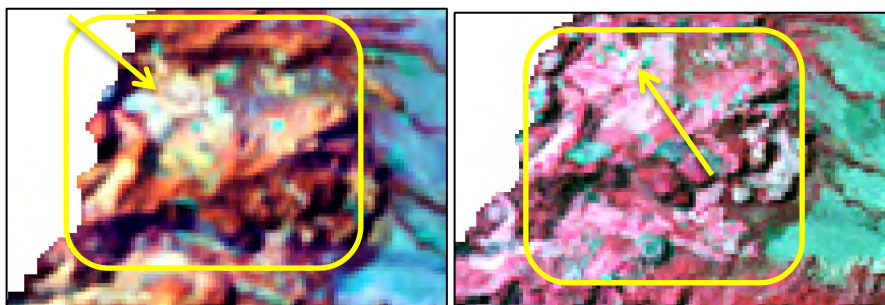


Imagen Landsat (1987) bandas 4-5-3, Aster (2010), bandas 3-2-1

8.9.1 Deforestación para ganadería (periodo 1987-1997) este tipo de cambio se evidencio primeramente en el municipio de Mallama (Piedrancha), con una extensión de 39 has, veredas Pueran y La Oscurana, entre las vertientes de las quebradas, Loma Chiquita, Las Palmas y Los Potreros, donde la vegetación inicial pertenecía a bosque natural fragmentado. De igual forma se encuentra un área de 4 has entre las quebradas San Guillermo y San Vicente, municipio de Sapuyes

sobre la vegetación de bosque ripario, cambios encontrados en la vereda El Espino presentando la extracción de las coberturas naturales, para dar paso a cultivos y pastos, no sin antes mencionar que estos espacios han sido rotados para actividades agrícolas destinados finalmente a la actividad pecuaria.

8.9.2 Deforestación para ganadería (periodo 1997-2002) se ubicó en los municipios de Mallama (Piedrancha) veredas Tercan, El Verde, Pueran, La Oscurana y algunos parches pequeños en la vereda el Espino municipio de Sapuyes y Vereda Chungel en la jurisdicción del municipio de Túquerres, cambios que fueron más representativos en el municipio de Mallama con 38 has, Túquerres con 5 has y Sapuyes con 1 has, principalmente se han visto afectados las coberturas de bosque natural denso y bosque ripario, que se encuentra sobre los caudales de las quebradas que surcan las grandes zonas de pastos dedicados a la ganadería; estos cambios se encuentran a una altura de los 2.600 a 3.200 m.s.n.m.

8.9.3 Deforestación para ganadería (periodo 2002-2010) como en el anterior periodo, la deforestación para la ganadería se sigue presentando en el municipio de Mallama (Piedrancha), en las veredas de Chambú y El Verde, con una extensión de 14 has, donde se presenta una unidad de bosque natural fragmentado, a causa de la intervención ganadera extensiva, principal actividad productiva alterna, de la población de Mallama.

8.9.4 Deforestación para ganadería (periodo 1987-2010) el primer sector para este tipo de cambio se encuentra en el municipio de Mallama (Piedrancha), donde se presentó el cambio de cobertura bosque natural denso, bosque ripario y bosque natural fragmentado a pastos limpios representando la disminución de coberturas de origen natural en 59 has, este proceso se identificó desde los 2.800 a 3.200 m.s.n.m aproximadamente, distribuidos en las veredas de Chambú, Tercan y Guices.

El segundo sector se evidencia en el municipio de Sapuyes veredas El Espino y Panamal, donde se presenta el cambio de cobertura bosque ripario a pastos limpios y mosaico de pastos y espacios naturales-bosque ripario representado 8 has, ubicadas desde los 3,000 y 3,150 m.s.n.m.

los factores que conllevaron a estos cambios fueron procesos de orden antrópico, especialmente relacionados con la actividad ganadera, de tal forma que para el municipio de Sapuyes encontramos la ganadería de producción leche distribuida en casi todos los predios que se encuentran dentro del área de estudio, caso contrario o lo que se evidencia en el municipio de Mallama (Piedrancha), donde

los pobladores manifestaron que este tipo de prácticas se utilizan para la ganadería doble propósito, sin embargo la deforestación pudo estar atribuida en prácticas agrícolas ya que muchos de los terrenos anteriormente utilizados para la agricultura en los últimos años se dedican a la ganadería, mencionando que es una actividad más productiva la cual genera mayores ganancias y bajo presupuesto para su mantenimiento.

Tabla 28 Porcentajes y hectáreas de cambio deforestación para ganadería

Tipo de cambio	1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
	has	%	has	%	has	%	has %	%
Deforestación para ganadería	43	0,2	44	0,1	18	0,1	65	0,4

Fuente: este estudio

8.10 Intervención pecuaria. Relacionada con los pastos limpios, donde se desarrolla la actividad ganadera, destinada a la producción de leche o doble propósito, generalmente esta actividad está ligada al complemento de la actividad agropecuaria que para este estudio se ve como una de las más importantes dentro del desarrollo socioeconómico de la población.

Este cambio se presenta cuando las coberturas *mosaico de pastos y cultivos*, *pastos enmalezados*, *pastos y arbustos* pasan a pastos limpios.

8.10.1 Intervención pecuaria (periodo 1987-1997) la mayor área con estos cambios se presentó en el municipio de Sapuyes, veredas Panamal y El Espino con una extensión de 121 has, donde inicialmente existía vegetación de páramo-pajonal arbustal, arbustos bajos y pastos enmalezados, que para este cambio se evidencio una homogenización con la cobertura de mosaico de pastos y espacios naturales-bosque ripario.

En el municipio de Mallama (Piedrancha) presenta un cambio de 10 has en la vereda El Verde, áreas anteriormente ocupadas de pastos enmalezados y pastos y arbustos ahora dedicados a extensiones de pastos limpios para la ganadería

Entre los municipios de Túquerres y Santacruz los cambios suman un área de 11 has, encontrados entre los 2.950 a 3.150 m.s.n.m. sobre las coberturas de arbustos bajos y pastos y cultivos.

8.10.2 Intervención pecuaria (periodo 1997-2002) se identificó en 3 sectores; el de mayor extensión se ubica en el municipio de Mallama (Piedrancha) con un área de 25 has, donde se presentó el cambio de cobertura, pastos enmalezados a

pastos limpios; el segundo cambio se presentó en el sector oriental del área de estudio municipio de Túquerres, pasando de mosaico de pastos y cultivos a pastos limpios, con una área de 16 has, por último se evidencio un parche de 5 has donde se presenta una extensión de la cobertura de mosaico de pastos y espacios naturales-bosque ripario sobre vegetación de páramo-pajonal arbustal.

8.10.3 Intervención pecuaria (periodo 2002-2010) se evidencian 2 parches de este tipo de cambio, el primero en el corregimiento de Chambú municipio de Mallama (Piedrancha), a una altura de 3.100 m.s.n.m. pasando de la cobertura inicial de arbustos bajos a una extensión de 3 has convertidas a pastos y arbustos; el segundo parche ubicado en la vereda San José Municipio de Túquerres, donde el intercambio periódico de los cultivos con los pastos dejo para este año un área de 16 has de pastos limpios dedicadas a la ganadería, principalmente ganado bovino par la producción de leche.

8.10.4 Intervención pecuaria (periodo1987-2010) esta intervención mostro 2 sectores en la zona de estudio; el primero se ubica en el municipio de Sapuyes veredas El Espino y Panamal, parte media de las quebradas San Antonio, El Carmelo, Boquerón y un poco más al occidente la quebrada El Tigre, El cambio que se evidencio fue principalmente por la disminución de coberturas de Pastos Enmalezados y arbustos bajos dando pasó a la ganadería, presentando para este periodo una extinción de 109 has entre pastos limpios y mosaico de pastos y espacios naturales-bosque ripario.

El segundo sector con este tipo de cambio se encuentra en el municipio de Mallama (Piedrancha), Veredas Chambú, El Verde, Tercan y Guaises, donde las coberturas de pastos y arbustos, pastos enmalezados, bosque natural denso y bosque natural fragmentado disminuyeron su área para la implementación de pastos limpios con fines de ganadería de carne y leche presentando una extensión de 35 has, vale resaltar que dichos productos al igual que el anterior municipio se comercializan en el mercado regional y departamental.

Los factores de cambios obedecen a la necesidad de ejercer actividades de carácter económico, que benefician a los productores, principalmente en los municipios de Sapuyes y Túquerres, los cuales han visto en la actividad pecuaria una mejor rentabilidad, llevando a la instalación de microempresas encargadas de la elaboración de productos derivados de la leche, tales como es el caso de Asoproleche principal distribuidor de dichos productos en municipios aledaños pertenecientes a la exprovincia de Obando y parte del departamento de Nariño.

Para los municipios como Mallama y Santacruz, se evidencia este cambio en menor proporción ya que esta actividad de ganado lechero se presenta para suplir necesidades básicas alimentarias, debido a que la mayor parte de la ganadería está basada en la producción de carne, ubicándose más para la zona templada de estos municipios, la cual no se encuentra dentro del área tomada como objeto de investigación.

Tabla 29. Porcentajes y hectáreas de cambio de intervención pecuaria

Tipo de cambio		1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
Intervención pecuaria		has	%	has	%	has	%	has %	%
		142	0,8	46	0,3	19	0,1	145	0,8

Fuente: este estudio

8.11 Intervención agropecuaria. Se hace evidente cuando existe la combinación simultánea, de dos actividades productivas, (agrícolas y pecuarias), donde la mezcla de pastos y cultivos forman espacios de producción con fines de mercado o también pueden ser netamente para el sustento diario de las familias.

Este tipo de cambio se presenta cuando áreas de *pastos limpios* pasan a ser mosaico de pastos y cultivos.

8.11.1 Intervención agropecuaria (periodo 1997-2002) este cambio se evidencia en la parte sur- occidente del área de estudio, vereda San José, con una área de 18 has, donde se evidencia que para este periodo una extensión de pastos limpios pasa a tener cultivos, generando un mosaico de pastos y cultivos, espacios que principalmente se cultiva papa, con fines comerciales, sin embargo es probable que estos predios sean más adelante dedicados únicamente a la actividad ganadera, presentados como pastos limpios con un bajo nivel de manejo.

8.11.2 Intervención agropecuaria (periodo 2002-2010) como el anterior periodo este cambio se presenta en el municipio de Túquerres, vereda San José, donde se encuentra una extensión de 16 has de cultivos, en su mayoría de papa, los cuales se han introducido en un predio donde predominaban los pastos para la ganadería, siendo un proceso repetitivo cuando ya existen áreas dedicadas a las actividades agropecuarias.

Los factores predominantes para que exista este tipo de cambios, se da por la dinámica existente dentro de los predios, los cuales para una temporada son utilizados para la siembra de cultivos ya sean papa, trigo, cebolla entre otros;

normalmente estos ciclos son de 2 y 3 años donde posterior a este proceso se dejan en reposo y se introduce ganado evidenciado una intercalación de cultivos y pastos, que para la área de estudio son comunes encontrar en el sector oriental y centro, donde hace mayor presencia los sistemas de producción consolidados.

Tabla 30. Porcentajes y hectáreas de cambio de intervención agropecuaria

Tipo de cambio	1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
	has	%	has	%	has	%	has %	%
Intervención agropecuaria	0	0	19	0,1	16	0,1	0	0

Fuente: este estudio

8.12 Intervención minera. La intervención minera es una actividad que se desarrolla para la explotación de recursos naturales encontrados en las capas del suelo y el subsuelo, generalmente esta actividad es restringida cuando no cuenta con los permisos necesarios para su exploración y explotación, ya que debe cumplir con las normas para que así no genere problemas al medio ambiente, no sin antes mencionar que es una actividad importante para el desarrollo socioeconómico de la población existente dentro del perímetro que encierra en área de estudio, principalmente en los municipios de Mallama (Piedrancha) y Sapuyes.

Este cambio se presenta cuando se pierde parte de la cobertura vegetal de *mosaico de pastos y áreas naturales bosque ripario*, para dar paso a la zona de extracción minera-cantera de arena, como también los procesos de socavones que se evidencian en el municipio de Mallama (Piedrancha) para la extracción de oro en minas artesanales que también causan efectos negativos al medio ambiente pero que para la escala de este estudio no son descriptibles.

8.12.1 Intervención minera (periodo 1997-2002) en el municipio de Sapuyes vereda El Espino se encuentra una extensión de 4 has referente a este tipo de intervención, ya que la explotación de arena para la construcción, genera de manera continua transformación a la cobertura inicial, mosaicos de pastos y espacios naturales, proceso que principalmente es desarrollado por propietarios de estas áreas, con la implementación de maquinaria pesada, que según los pobladores esta actividad ya lleva más de 20 años, pero que para la última década se ha visto mayor movimiento en la extracción del material, ya que se adquirieron nuevos permisos para la explotación de predios que compraron con la llegada de nuevos propietarios. Este cambio se encuentra ubicado a los 3.200 m.s.n.m.

8.12.2 Intervención minera (periodo 2002-2010) como sucede y se explica el anterior periodo, el sector de la minería se ubica en la vereda El Espino Municipio de Sapuyes, presentando para este periodo una intervención de 2 has extraídas con material para la construcción, siendo esta una actividad productiva constante y de propiedad privada, catalogada como la de mejor calidad a nivel departamental, además que cuenta con los permisos para su explotación.

8.12.3 Intervención minera (periodo 1987-2010) para este periodo total, la actividad minera, representa un área de 6 has, ubicadas en la vereda el espino municipio de Sapuyes donde la cobertura inicial de mosaico de pastos y cultivo espacios natural-bosque ripario, cambio a zona de extracción minera-cantera de arena, resultado de la constante intervención que existe, a causa de la explotación de las minas de arena para la construcción.

Figura 63. Intervención minera sector El Espino, municipio de Sapuyes

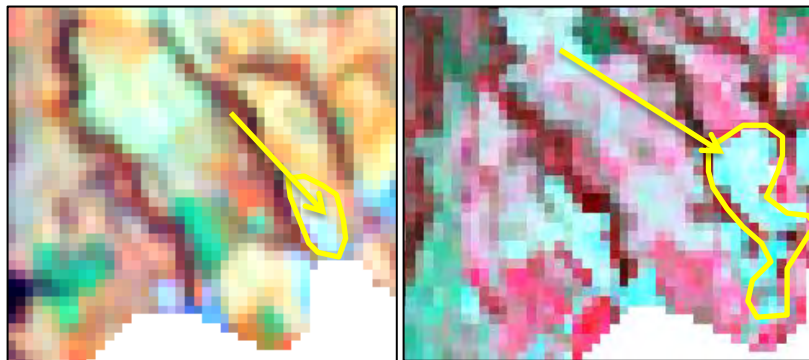


Imagen Landsat (1987) bandas 4-5-3, Aster (2010), bandas 3-2-1

Según las entrevistas realizadas a pobladores de la zona, argumentan que las minas de arena ubicadas en su corregimiento han aumentado, ya que el producto cada vez es más utilizado en los procesos de construcción, debido a la alta calidad que presenta, además con la implementación de la maquinaria estos espacios se están ampliando aceleradamente de manera horizontal como vertical, evidenciando taludes de más de 20 metros, como se muestra en el material fotográfico que se presenta en la descripción de coberturas para el año 2010.

El cambio que se evidencia en esta área es la transformación de predios como pastos, los cuales se extraen de la capa superficial del suelo para continuar con la excavación del material, suelos que después de este proceso tardaran varias décadas en regenerarse.

Tabla 31. Porcentajes y hectáreas de cambio de intervención minera

Tipo de cambio		1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
Intervención minera		has	%	has	%	has	%	has %	%
		0	0	4	0,02	2	0,01	0	0

Fuente: este estudio

8.13 Deforestación selectiva/parcial. Se define como la acción de despojar un terreno de bosque natural para dar paso a la incorporación de actividades de producción agropecuaria, donde principalmente se evidencian cultivos de papa, con fines comerciales y ganadería doble propósito. También existen espacios donde se evidencia la extracción del bosque natural denso para utilizar el producto maderable como combustible para la quema de carbón, donde este proceso se puede constituir como una actividad doble propósito debido a que este espacio puede ser utilizado para la agricultura o la ganadería.

Para este cambio la cobertura de *bosque natural denso*, *bosque natural fragmentado* y *bosque ripario*, paso a ser mosaico de pastos y cultivos, mosaico de pastos y áreas naturales, pastos limpios, pastos y arbustos.

8.13.1 Deforestación selectiva/parcial (periodo 1987-1997) este cambio para el municipio de Mallama (Piedrancha) suma un área total de 11 has, ubicándose sobre la superficie enmarcada entre las quebradas la palma y los potreros sector perteneciente a la vereda La Oscurana a una altura de 3.050 a 3.200 m.s.n.m.

El segundo sector se presenta en la vertiente Nor-occidental del río Azufral, municipio de Santacruz (Guachaves) entre los 2.850 a 3.150 m.s.n.m. con un área de 65 has.

8.13.2 Deforestación selectiva/parcial (periodo 1987-2010) se observó en 3 sectores, distribuidos más a la zona norte y sur occidental del área de estudio, El primero y de mayor extensión se ubica en el municipio de Santacruz (Guachaves) corregimiento de Balalaika, vereda Changanan, cerro Quindescas entre los 2.900 y 3.200 m.s.n.m presentando un área de 66 has deforestadas, donde la cobertura inicial de bosque natural denso cambio a bosque natural fragmentado.

La segunda área de este tipo de cambio se identificó en el municipio de Mallama (Piedrancha) vereda La Oscurana a lo largo de la quebrada Los Potreros, observando un cambio de cobertura de Bosque Natural Denso a Bosque Natural Fragmentado representando un área de 11 has donde se presenta una altura de 2.950 a 3.200 m.s.n.m.

Finalmente se encontró otro cambio de este tipo en el municipio de Sapuyes, vereda El Espino entre 3.300 y 3.350 m.s.n.m; donde represento un cambio de cobertura de bosque natural denso a arbustos altos con una extensión de 9 has.

Los principales factores de cambios de cobertura se atribuyen a la intervención antrópica, específicamente a la tala del bosque natural denso, y de la vegetación de páramo-bosque achaparrado, recurso primario que la comunidad utilizaba como leña, para el uso doméstico, como también para la quema de carbón y ladrillo, sin embargo en la actualidad esta práctica se ha reducido considerablemente debido a que las autoridades ambientales prohibieron esta actividad y en su lugar incentivaron la siembra de especies arbóreas que podían ser utilizada para dichos propósitos, la mayoría de estas plantaciones son de eucalipto y pino como se evidencia en el sector de Sapuyes veredas Panamal, y Chambú

En el municipio de Mallama (Piedrancha) y Santacruz (Guachaves) se atribuyeron otros factores, ya que por ser municipios con un alta influencia de conflicto armado, para la época de los 90 se instauraron cantidad de cultivos ilícitos ocasionando el despojo de la cobertura natural, que en la actualidad se encuentran como pastos y otros en procesos de regeneración.

Tabla 32. Porcentajes y hectáreas de cambio deforestación selectiva/parcial

Tipo de cambio		1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
Deforestación selectiva/parcial		has	%	has	%	has	%	has %	%
		76	0,4	0	0	0	0	89	0,5

Fuente: este estudio

8.14 Regeneración/restauración. Se presenta cuando los espacios ocupados por actividades agropecuarias son abandonados, generalmente porque los suelos ya no son productivos o en otros casos por la prohibición de las actividades. La regeneración o restauración puede presentarse de dos formas, la primera cuando se incorporan especies de árboles en los espacios que se encuentran descubiertos de vegetación natural, y la segunda cuando se deja que el bosque por sí mismo se regenere, a partir de semillas que salen de los remanentes de vegetación nativa que se encuentran en los alrededores, permitiéndole tener la misma contextura generando un nuevo desarrollo equilibrado del ecosistema.

Para este cambio las coberturas de *pastos limpios*, *pastos enmalezados*, *mosaico de pastos y cultivos*, *mosaico de pastos cultivo y espacios naturales*, *Arbustos bajos*, pasaron a bosque natural denso, bosque natural fragmentado y/o arbustos

altos, vegetación de páramo pajonal arbustal y/o vegetación de páramo bosque achaparrado.

8.14.1 Regeneración/restauración (periodo 1987-1997) para el municipio de Mallama (Piedrancha) se evidencia la mayor área en proceso de regeneración, donde áreas anteriormente ocupadas por pastos limpios, presentan arbustos y algunos parches de arbustos han pasado a bosque natural, evidenciando una recuperación parcial de la vegetación natural encontrando un total de 77 has en las veredas de Chambú, El Verde y La Oscurana entre las cotas de 2.550 a 3.150 m.s.n.m.

Para el municipio de Sapuyes se encuentra un área de 12 has en la vereda el Espino, entre los 3.300 y 3.400 m.s.n.m. donde áreas anteriormente dedicadas a mosaico de pastos y espacios naturales se encuentran como arbustos altos y bosque natural.

Por último los sectores donde se presentaron estos cambios para el municipio de Túquerres se ubican en los corregimientos de Santander, San Roque y Rancho Grande, con una área de 49 has, encontrando que coberturas pertenecientes a mosaico de pastos y cultivos y/o arbustos se encuentran homogenizados con bosque natural denso.

8.14.2 Regeneración/restauración (periodo 1997-2002) para el municipio de Mallama (Piedrancha) se localiza en las veredas Chambú, Pueran y La Oscurana entre los 2.900 y 3.200 m.s.n.m. con una extensión de 34 has, donde espacios anteriormente ocupados por pastos para la ganadería se encuentran en regeneración, con presencia de arbustos, del mismo modo para el municipio de Santacruz (Guachaves) los cambios suman un área de 13 has ubicados en las vertiente oriental del rio Azufral, vereda Taquelán a una altura de 2.900 a 3.100 m.s.n.m

Túquerres y Sapuyes presentan los menores cambios ubicados en la vereda Esnabu con una extensión de 4 has y para Sapuyes se ubica en la vereda Panamal con una extinción de 7 has a la orilla del cauce de la quebrada Ladrones y en mayor participación en la quebrada Boquerón a la altura de 3.200 a 3.250 m.s.n.m.

7.14.3 Regeneración/Restauración (2002-2010) la suma total de este cambio fue de 24 has, distribuidas en tres municipios, de los cuales el de mayor extensión se encontró en el municipio de Sapuyes vereda El Espino, con 13 has, a una altura de 3.250 m.s.n.m, donde la cobertura de mosaico de pastos y espacios

naturales paso a ser arbustos altos; el segundo parche se evidencia en la vereda San Roque Alto municipio de Túquerres con un área de 3 has de vegetación de páramo arbustal, sobre la cobertura de mosaico de pastos y cultivos, por último en el municipio de Mallama (Piedrancha) parte occidental del área de estudio se encuentra el ultimo parche en una zona con cobertura de pastos enmalezados presenta para este periodo un área de 8 has de pastos y arbustos, ver mapa 4 de cobertura de suelo año 2010 y mapa 5 cobertura 2002.

7.14.4 Regeneración/Restauración (periodo 1987-2010) se considera como un proceso de restauración en la cobertura natural, el cual presento un balance positivo referente a los 23 años analizados.

Para este periodo se encuentra distribuido en 3 municipios que conforman el área de estudio; La primera área y la de mayor participación se ubica en el municipio de Mallama (Piedrancha) con una extensión de 87 has en las veredas, Chambú, El Verde, y La Oscurana, vertientes de las quebradas El Baño, La Calera, Pueran y Puente Piedra entre 2.550 a 3.200 m.s.n.m aproximadamente. Para las coberturas que se identificaron a finales de los 80 tales como mosaico de pastos y cultivos, pastos limpios, arbustos altos presentaron cambios a vegetación de páramo (pajonal arbustal), bosque natural denso, vegetación de páramo (bosque achaparrado)

La segunda área se evidencio en el municipio de Túquerres en los corregimientos de Santander y san Roque donde se encontró este tipo de cambios en la cotas de 3.200 a 3.350 m.s.n.m con un área de 35 has. Principalmente se observó un cambio de la cobertura de mosaico de pastos y espacios naturales (bosque ripario) a arbustos

La tercera área y la de menor participación en cuanto a este tipo de cambio se evidencio en el Municipio de Sapuyes en la Vereda el Espino parte alta de la microcuenca de la quebrada Los Molinos entre las cotas de 3.250 a 3.350 m.s.n.m con un área de 17 has. Donde parte de la cobertura mosaico de pastos y espacios naturales-bosque ripario y arbustos bajos pasaron a arbustos altos.

Principalmente este cambio se da por el acompañamiento de las autoridades ambientales que han ejercido el control para la recuperación del ecosistema de páramo, donde se ha generado una respuesta positiva por parte de las comunidades, ya que las actividades productivas las practican pensando en la protección de los recursos naturales, especialmente en recuso hídrico que se ha visto escaso en los últimos años, más aun en las partes bajas donde se evidencian cauces secos a causa de la deforestación provocada en los años 80 y

90. Con este orden de ideas aquellos espacios que se utilizaron para actividades agropecuarias y que se encontraban cerca del área de páramo han sido frenadas, dándole así una oportunidad a la vegetación natural para el proceso de regeneración.

Tabla 33. Porcentajes y hectáreas de cambio regeneración / restauración

Tipo de cambio		1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
		has	%	has	%	has	%	has %	%
Regeneración / restauración		138	0,8	58	0,3	26	0,2	139	0,8

Fuente: este estudio

Figura 64. Regeneración/Restauración, vereda la ciénaga, municipio Túquerres.

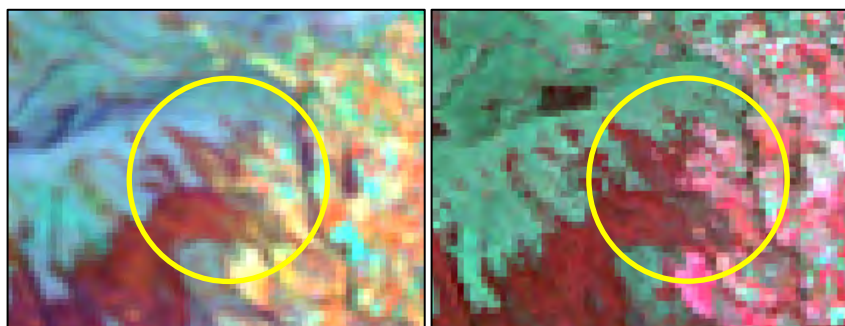


Imagen Landsat (1987) bandas 4-5-3, Aster (2010), bandas 3-2-1

8.15 Paramización. Está relacionado principalmente con el cambio que se ha presentado en las coberturas que se encuentran al límite de la vegetación de páramo, donde la cobertura inicial pertenecía a *bosque natural denso* y que por procesos de intervención antrópica relacionado con la actividad agropecuaria se generó espacios que al ser abandonados se encuentran colonizados por vegetación típica de páramo como lo son los pajonales, arbustales y/o frailejonales

8.15.1 Paramización (periodo 1987-1997) este cambio se presentó en el municipio de Túquerres con un área de 17 has, encontrando que la cobertura de bosque natural fragmentado y bosque achaparrado fragmentado, cambio a vegetación de páramo pajonal y vegetación de páramo arbustal,

8.15.2 Paramización (periodo 1997-2002) se observó dos sectores, sumando un área de 12 has, para el municipio de Santacruz (Guachaves) se ubicó en la vereda Changanan sobre la vegetación de bosque achaparrado fragmentado, y vereda

Panamal municipio de Sapuyes, donde la cobertura de mosaico de pastos y espacios naturales presento una colonización de vegetación de páramo pajonal arbustal a una altura de 3.250 m.s.n.m.

8.15.3 Paramizacion (periodo 2002-2010) Este tipo de cambio se presenta en 3 parches, para este periodo, el primero se ubica en el municipio de Sapuyes vereda El Espino, con una extensión de 5 has, la segunda área se encuentra en el Municipio de Túquerres vereda Chungel corregimiento de Santander con una extensión de 5 has, para estos dos cambios la altura promedio es de 3.200 y 3.300 m.s.n.m donde la cobertura de mosaico de pastos y cultivos pasa a vegetación de páramo-pajonal arbustal.

Para el municipio de Mallama (Piedrancha) se evidencia otro pequeño parche a los 3.200 y 3.400 m.s.n.m, con una extensión de 4 has, cambiando de bosque natural fragmentado a vegetación de páramo-pajonal arbustal.

8.15.4 Paramización (periodo 1987-2010) para el periodo total se encuentra dos escenarios en el área de estudio, el de mayor extensión se encuentra en la vereda Panamal municipio de Sapuyes con una área de 11 has, entre las cotas de 3150 y 3.200 m.s.n.m. donde la vegetación de páramo pajonal arbustal colonizo parte de la cobertura que para el año de 1987 se presentaba como pastos limpios; para el municipio de Túquerres corregimiento de Rancho Grande en la Vereda Esnabu se evidencia un área con 8 has, la cuales cambiaron de bosque natural fragmentado a vegetación de páramo pajonal arbustal, cambio ubicado entre los 3.200 a 3.400 m.s.n.m.

Si bien se sabe que los procesos de paramización son de origen natural también están estrechamente relacionados con las acciones de origen antrópico, de tal manera que los factores de cambios indudablemente se deben a prácticas realizadas por el hombre, con el propósito de adecuar los terrenos para la producción agropecuaria, estas actividades fueron progresivas en los 80 y 90 tas, donde se talo áreas del bosque natural denso, y/o arbustos que posteriormente después de dar paso a actividades de siembra o pastoreo fueron abandonados y en su lugar se encuentra vegetación de páramo pajonal o pajonal arbustal.

Tabla 34. Porcentajes y hectáreas de cambio paramización

Tipo de cambio		1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
Paramización		has	%	has	%	has	%	has	%
		17	0,1	12	0,1	14	0,1	19	0,1

Fuente: este estudio

8.16 Urbanización/Consolidación. El crecimiento de la población junto con el desarrollo de la infraestructura genera una dinámica de expansión en los centros poblados o áreas urbanas, encontrando cambios relacionados con la urbanización de áreas que anteriormente serían zonas conurbanas o rurales, este desarrollo genera la ampliación de áreas pobladas, donde por medio de la construcción de vías se van uniendo y forman lo que se conoce como consolidación urbana.

Este cambio muestra que coberturas de suelo, como *mosaico de pastos y cultivos*, *mosaico de pastos y áreas naturales-bosque ripario*, pasaran a ser áreas urbanas o centros poblados denominados para este cambio como urbanización /consolidación.

8.16.1 Urbanización/consolidación (periodo 1987-1997) generalmente este proceso se presenta por el crecimiento de la población local o por procesos de afluencia de otras comunidades hacia los centros poblados; para este periodo se evidenció el crecimiento de la cabecera municipal del municipio de Túquerres, con 3 has y el corregimiento de Santander de Valencia con un incremento de 3 has. Ambos sectores presentaron crecimiento hacia la parte sur. Ver mapa cambios 1987-1997.

El centro poblado El Espino, presentó un crecimiento de 4 has denotando en general que el crecimiento de estas poblaciones se presentó en sentido Nor-oriental y sur principalmente alrededor del corredor vial que conduce a la costa pacífica nariñense.

8.16.2 Urbanización/Consolidación (periodo 1997-2002) para este periodo se presenta los mayores cambios de crecimiento urbano tanto en la cabecera municipal de Túquerres como para los centros poblados de los corregimientos, con un área total de 30 has, de las cuales 25 has se encuentran en el municipio de Túquerres distribuidas para el área urbana 18 has y el centro poblado de Santander 7 has.

8.16.3 Urbanización/consolidación (periodo 1987-2010) este tipo de cambio se evidencian claramente en las 3 zonas pobladas que se encuentran inmersas en el área de estudio, el primero de ellos y de mayor proceso de urbanización se presenta en el área urbana del municipio de Túquerres donde la cobertura que se identificó a finales de los 80 perteneciente a mosaico de pastos y cultivos, disminuyó en los últimos 23 años 18 has y en donde aquellos terrenos que eran utilizados para esta actividad pasaron a la cobertura tejido urbano continuo, evidenciándose el aumento en la zona sur y Nor-oeste del municipio. Sin embargo el corregimiento de Santander de Valencia también presentó este tipo de cambio

con el aumento de su centro poblado en 9 has, principalmente en la zona norte y sur del corregimiento, donde el cambio de cobertura que se presentó, corresponde a tejido urbano continuo espacio anteriormente ocupado por mosaico de pastos y espacios naturales-bosque ripario.

Para el corregimiento del Espino, la cobertura de mosaico de pastos y espacios naturales-bosque ripario, cambio a tejido urbano continuo representando un aumento en el perímetro del centro poblado de 5 has.

Los factores principalmente de este cambio es el incremento de población y la llegada de comunidades campesinas e indígenas, atraídos por la oportunidades que se presentan en base a la demanda de empleo, buscando una estabilidad que proporcione una calidad de vida mejor. Además la dinamización que genero la construcción de la vía a al municipio de Tumaco, ayudo a que se presenten procesos de conurbanismo formando corredores viales que promovieron el desarrollo de las áreas pobladas consolidando así una mejor oferta de bienes y servicios, donde la población llega a buscar mejor nuevas oportunidades ocupando espacios que antes se presentaban como mosaico de pastos y cultivos y/o mosaico de pastos y espacios naturales bosque ripario.

Es importante aclarar que los espacios que se encuentren alrededor o cerca de las zonas urbanizadas, son un potencial para la expansión que estas presenten, por lo cual estas áreas se presentan en su mayoría como espacios abiertos, dedicados principalmente a pastos limpios con algunas intercalaciones de cultivos transitorios.

Tabla 35. Porcentajes y hectáreas de cambio urbanización / consolidación

Tipo de cambio	1987-1997		1997-2002		2002-2010		1987-2010	
	has	%	has	%	has	%	has	%
Urbanización/consolidación	10	0,1	30	0,2	0	0	32	0,2

Fuente: este estudio

9. BALANCE GENERAL DE LOS TIPOS DE CAMBIO PARA CADA PERIODO

Para el final de este capítulo se presenta la Tabla 36, la cual nos muestra los tipos de cambio en conjunto para cada periodo, donde se puede evidenciar cuáles son los mayores cambios que se presentaron, según los diferentes factores para cada año, donde principalmente se encontró que en los periodos de 1987 a 1997 y de 1987 a 2010, presentaron los mayores cambios de cobertura asociados a las actividades productivas, siendo las más importantes la ganadería y la agricultura

como también el proceso natural que se presentó en la zona de páramo identificado como expansión de la cobertura boscosa en páramo.

Es importante mencionar que para el periodo de 1997 a 2002 se presentó el mayor crecimiento de la cobertura de suelo, áreas urbanizadas- tejido urbano continuo, como lo muestra el mapa 10 referente a este periodo.

En síntesis el comportamiento que presento los cambios para todos los periodos de estudio, en relación con la intervención antrópica, la intervención agropecuaria fue el principal factor que transformo parte de las coberturas de suelo, como se puede evidenciar en el listado que presenta la siguiente tabla donde este proceso presenta las mayores áreas y se encuentra en casi todos los periodos de estudio.

Tabla 36. Área y porcentaje de los cambios de cobertura para cada periodo

Tipo de Cambios	1987	1997	1997	2002	2002	2010	1987	2010
	has	%	has	%	has	%	has	%
Anegamiento	0	0	0	0	0	0	3	0.01
Deforestación para Ganadería	43	0.2	44	0.2	18	0.1	65	0.4
Deforestación Selectiva / Parcial	76	0.4	0	0	0	0	89	0.5
Expansión Cobertura Boscosa en Páramo	153	0.9	20	0.1	0	0	132	0.7
Explotación Forestal en páramo	4	0.02	0	0	0	0	4	0.02
Intervención Pecuaria en Páramo con Deforestación	150	0.9	30	0.2	6	0.03	253	1.4
Intervención Pecuaria en Páramo sin Deforestación	52	0.3	20	0.1	6	0.03	48	0.3
Intervención Agropecuaria en Páramo con Deforestación	46	0.3	0	0	0	0	62	0.3
Intervención Agropecuaria en Páramo sin Deforestación	8	0.05	31	0.2	4	0.02	31	0.2
Intervención Agropecuaria	0	0	19	0.1	16	0.1	0	0
Intervención Pecuaria	142	0.8	46	0.3	19	0.1	145	0.8
Intervención Minera	0	0	4	0.02	2	0.01	6	0.03
Paramización	17	0.1	12	0.07	14	0.1	19	0.1
Regeneración / Restauración	138	0.8	58	0.3	26	0.2	139	0.8
Urbanización / Consolidación	10	0.06	30	0.2	0	0	32	0.2
Sin Cambios	16935	95.3	17460	98.2	17663	99.4	16746	94.2
TOTAL	17774	100.1	17774	100.1	17774	100.1	17774	100.1

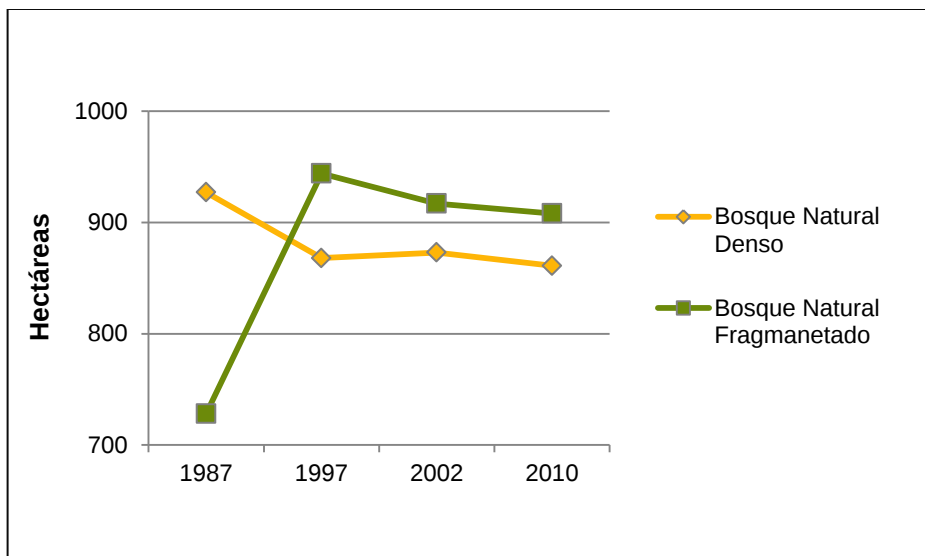
Fuente: este estudio

También es importante resaltar el proceso de regeneración que presento las coberturas en cada periodo, ya que los porcentajes referentes a este cambio fueron evolutivos, demostrando que la concientización de las comunidades generan un aporte importante en la recuperación de áreas naturales, contribuyendo al cuidado de los ecosistemas, los recursos y el medio ambiente en general.

A continuación se presenta un balance en el cual se muestran las variaciones que presentaron las coberturas más representativas de suelo en relación a los últimos 23 años, donde se puede verificar las dinámicas existentes tanto para los

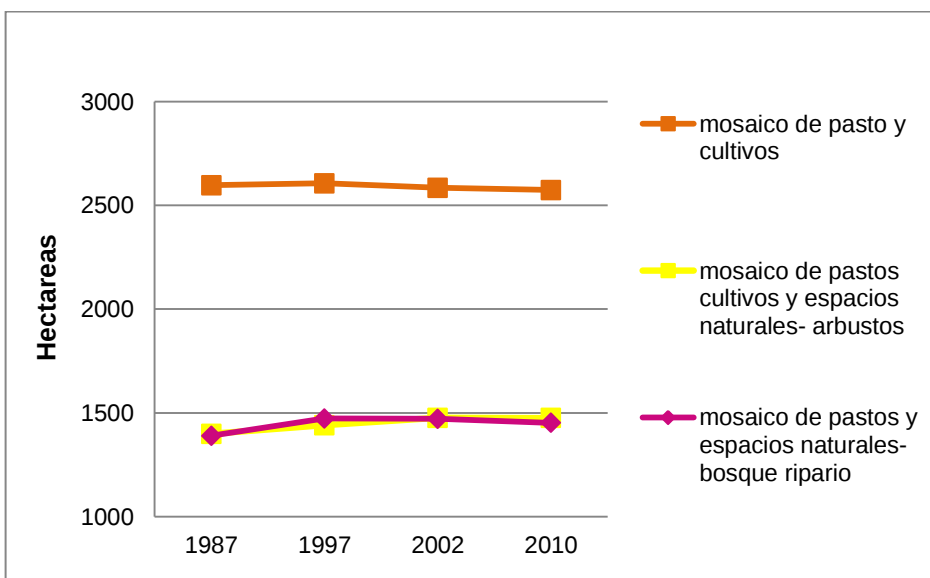
bosques, mosaicos de pastos y cultivos, y la vegetación de páramo ya que en estas unidades fue donde se presentaron la mayor parte de los cambios de coberturas de suelo.

Figura 65. Representación de áreas boscosas, con área mayor a 600 has



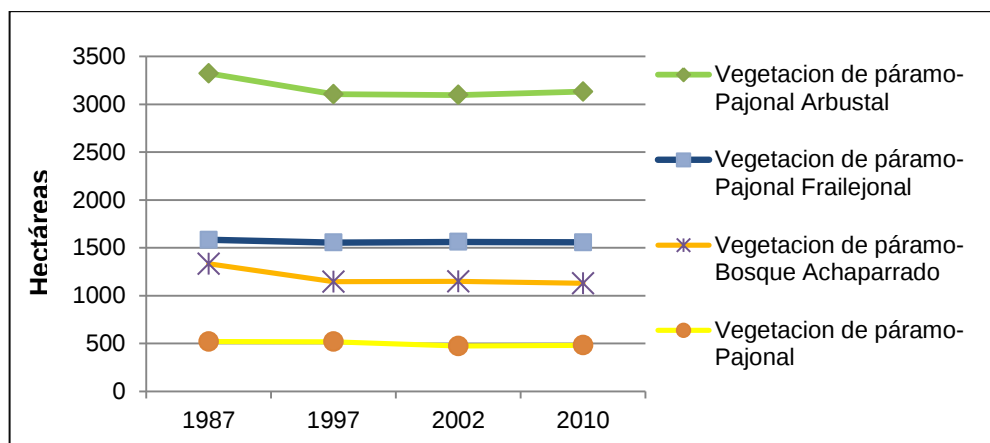
Fuente: este estudio

Figura 66. Representación de mosaicos de pastos y cultivos con área mayor a 1000 has



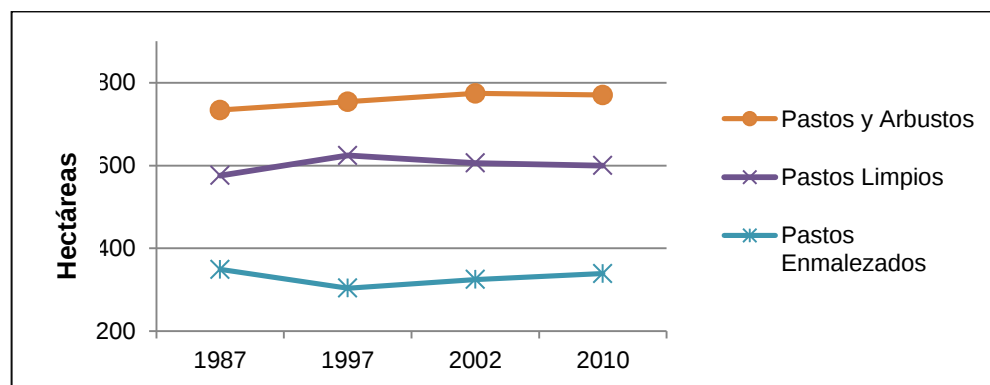
Fuente: este estudio

Figura 67. Representación de la vegetación de páramo con área mayor a 500 has



Fuente: este estudio

Figura 68. Representación de pastos con área mayor a 300 has



Fuente: este estudio

Los anteriores gráficos muestran la variación en área de las coberturas más importantes en las cuales se presentaron los mayores cambios, encontrando que la vegetación de páramo bosque achaparrado, vegetación de páramo-pajonal arbustal y áreas de bosque denso, manifiestan para la primera década una disminución a causa del incremento que presentan las áreas de cobertura de pastos y mosaico de pastos y cultivos, ya que para el periodo de 1987 a 1997 la intervención agropecuaria presentó alto nivel de intervención como se muestra en el mapa 9.

CONCLUSIONES

Dado a las condiciones socioeconómicas establecidas en el área de estudio, la falta de oportunidades y el bajo nivel de desarrollo que presentan las comunidades, en su mayoría campesinas e indígenas, ha sido un detonante para que exista una alteración constante al ecosistema altoandino, debido a que el aprovechamiento de los recursos naturales son la base para que las familias mejoren sus condiciones de vida, donde la expansión de la frontera agropecuaria ha causado la tala de áreas boscosas alcanzando alturas considerables en el ecosistema de páramo, registrando para el año 2010, la existencia de 4.109 has dedicadas al cultivo de papa de las cuales se encuentran predios sobre la franja de páramo; este tubérculo para este año represento una producción de 81.905 toneladas.

En este estudio se estableció 4 niveles de cobertura, tomando como base la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, siendo el cuarto nivel donde se identifican las categorías únicamente encontradas en esta área, indicando que las coberturas más representativas para el año 2010 fueron; la vegetación de páramo-pajonal arbustal con un área de 3.132 has y un porcentaje del 17.6%, seguido de mosaico de pastos y cultivos con 2.574 has y un porcentaje de participación de 14.5%, vegetación de páramo-pajonal frailejonal con 1.556 has 8.8% de participación, y por ultimo mosaico de pastos cultivos y espacios naturales-arbustos, los cuales representaron un área de 1.475 has y un porcentaje de 8.2%.

Se pudo constatar que los cambios en las coberturas de suelo, han sido provocados en su mayoría por los procesos direccionados a la implementación de actividades agropecuarias, las cuales mantienen una rutina periódica en etapas de producción, evidenciando que la ganadería ocupa la mayor parte de los espacios dedicados a las actividades productivas contabilizando un promedio de 35.593 cabezas de ganado para el año 2010, de las cuales su producción diaria fue de 214.960 litros de leche.

Para la última década se evidencio una disminución en los procesos de intervención agropecuaria para la zona de páramo, debido a que la implementación de estrategias de conservación inducidas por Corponariño promueven el manejo adecuado de los recursos naturales, mostrando una tendencia de regeneración en algunas coberturas que anteriormente se hallaban ocupadas por cultivos o pastos, obteniendo una recuperación del 2 % para la cobertura de mosaico de pastos y áreas naturales bosque ripario y la disminución

de 23 has de la cobertura de pastos y cultivos, lo que indica que la labor prestada por la corporación autónoma, es favorable en los procesos de recuperación de las áreas naturales.

Para el periodo de análisis 1997-2002 se evidencio un crecimiento importante tanto para el área urbana del municipio de Tuquerres como también para los diferentes centros poblados, de Santander y El Espino, sumando un total de 30 has de nuevas construcciones, donde principalmente se evidencia acciones urbanísticas de tipo residencial y comercial, ya que la dinámica espacial referente a los años 90 dada por el corredor vial de pasto Tumaco, promovió el asentamiento de nuevas comunidades campesinas e indígenas.

Para el periodo total de análisis de 1987-2010, existió una reducción significativa sobre las coberturas de vegetación de páramo-bosque achaparrado, vegetación de páramo-arbustal, bosque natural denso y bosque natural fragmentado, ya que sobre estas unidades se presentaron los mayores cambios siendo los más representativos; la intervención pecuaria en páramo con deforestación representando un área de 253 has, intervención pecuaria con 145 has, regeneración/restauración con 139 has y el cambio de expansión de cobertura boscosa en páramo con 132 has.

Después de haber analizado los procesos de cambios de la cobertura, se concluye que las acciones encaminadas a reducir los impactos producidos por las actividades económicas y sus formas de producción en zonas de páramo, está presentando un impacto favorable frente a los procesos de intervención, ya que para el periodo 2002-2010 la intervención agropecuaria para la zona de páramo se redujo en un 90% donde la mayor evidencia se hizo en los municipios de Túquerres y Sapuyes, generando un balance positivo en los procesos de protección y conservación del ecosistema.

RECOMENDACIONES

Es necesario que se realice el monitoreo de las coberturas que presentaron cambios significativos para todos los periodos, de tal manera que las que evidenciaron mayor disminución de su área tales como; vegetación de páramo-bosque achaparrado, bosque natural denso, y bosque natural fragmentado, estén en constante vigilancia y se promueva la implementación de talleres de conservación y educación ambiental que concientice a la población y genere propuestas de restauración de aquellos espacios donde la actividad agropecuaria haya causado el deterioro de la cobertura natural.

Los cambios que alteraron la cobertura vegetal en los últimos 23 años, tales como la intervención pecuaria en páramo con deforestación, intervención agropecuaria en páramo con deforestación, intervención pecuaria y deforestación para ganadería, necesitan tener un control y manejo adecuado por parte de las entidades encargadas de velar por la restauración ecológica donde la problemática ambiental sea más evidente.

La cartografía generada en este estudio debe ser una guía para las entidades que velan por la conservación de los ecosistemas, como también un apoyo para los líderes encargados del cuidado de la “reserva del volcán Azufral” de tal forma que los habitantes adquieran el conocimiento necesario que garantice el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales presentes en el área de estudio.

La disminución de los factores de cambios que se evidencio a través de los períodos de análisis, ha sido un balance positivo para considerar, ya que las acciones que se han encaminado por parte de las autoridades ambientales en los últimos años, han dado como resultado la recuperación de coberturas naturales, de tal manera que la máxima autoridad ambiental del Departamento de Nariño uniendo esfuerzos con las alcaldías y comunidades promuevan planes y proyectos los de conservación y con ello se amplíe el área de reserva.

Dentro de los procesos de conservación será de vital importancia efectuar programas direccionados a los municipios de Mallama (Piedrancha) y Santacruz, debido a que fueron los sectores donde se evidenciaron los tipos de cambios más representativos, y en donde los mismos lugareños manifestaron su inconformismo por el abandono presentado por parte de los entes territoriales tanto departamentales como locales.

Los planes, programas y proyectos que se ejecuten en las alcaldías del área de investigación, deben fomentar la producción en base al desarrollo sostenible, centrándose en el control de las actividades pecuarias y agrícolas, ya que en estas actividades se encuentra el mayor desarrollo socioeconómico de la población, generando estrategias que garanticen una mejor producción con las cuales se pueda erradicar la intervención que aún persiste en la zona de páramo

Concluido nuestro trabajo de grado, se considera interesante reforzar el tema del control de las minas de oro, que para los municipios de Mallama y Santacruz, esta actividad es practicada de forma artesanal y muchas de estas no cumplen con los requisitos mínimos para su funcionamiento, lo que podrían causar la inestabilidad de los terrenos y generar un tipo de amenaza tanto para los trabajadores como la población en general.

BIBLIOGRAFIA

ANGULO V., MARTÍNEZ J, & PONCE G. Plan de Ordenamiento y Manejo Sostenible del ecosistema Páramo El Azufra y su área de amortiguamiento. Biblioteca Alberto Quijano Guerrero, Universidad de Nariño. 1996.

BRAVO 2004. Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. IGAC 2005.

BERMUDEZ ROJAS, Tania. PAEZ, Gilberto. VELASQUEZ, Sergio y MOTTE, Estella. Cambio de uso y cobertura de la tierra y la conservación del bosque en dos áreas protegidas. Costa Rica. 1998.

BELTRAN Karla, SALGADO Silvia, CUESTA, francisco, Susana y ROMOLEROUX, Katya. Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el ecuador. Proyecto páramo andino. Conservación de la biodiversidad en el techo de los andes. Ecuador 2009

CLEEF A.M (1981) EL PÁRAMO. Un ecosistema de alta montaña. Volumen I

CUATREACASAS (1958) El Páramo Ecosistema de Alta Montaña Tomo I. Biblioteca Virtual Luis Ángel Arango.

COORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO, CORPONARIÑO Plan de acción en biodiversidad para el departamento de Nariño 2006-2030. Estado del arte de la información biofísica y socioeconómica de los páramos de Nariño. Pasto. 2006.

COORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO, CORPONARIÑO – Universidad de Nariño. Estado del Arte de la Información Biofísica y Socioeconómica de los Páramos de Nariño: Informe Final. Tomo II: Características Biofísicas de los Páramos de Nariño. Pasto. 2007

COORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO CORPONARIÑO. Declaratoria y Formulación del Plan de Manejo del Área de Conservación Volcán Azufra. San Juan de Pasto. 2008

CORPONARIÑO. Diseño de Acuerdos para la Conservación del Servicio Ambiental Belleza Escénica en la Reserva Natural Azufra-Chaitán, Departamento de Nariño. 2010.

CORINE LAND COVER COLOMBIA.” adaptación de la metodología “Corine Land Cover” para Colombia y producción de la cobertura para la cuenca del río Magdalena – Cauca. Bogotá D.C 2007.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO COOPONARIÑO. Plan de acción en biodiversidad 2006-2030. Pag. 155. Bogotá DC Febrero 2008.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO. CORPONARIÑO. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) Cabildo Indígena de Chiles Estudio Sobre el Estado Actual del Páramo de Chiles. Febrero 2009.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA CRC. Guía Metodológica Guía Para La Formulación De los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas del Departamento del Cauca, 2003.

CORAL PANTOJA German Alberto, PORTILLA BOLAÑOS Natalia Melina. Análisis Multitemporal del Cambio de Uso y Cobertura Del Suelo, en la Selva Altoandina y el Páramo del Volcán Cumbal, Departamento de Nariño – Colombia, en el Periodo 1989 – 2009.

CHUVIECO Emilio. Bases para la interpretación de imágenes de teledetección. Capítulo 4. Pág. 257

Dane. Censo general 2005.

ERAZO Gloria. Caracterización de la Vegetación Paramuna de los volcanes Azufral y Galeras, Tesis de Especialización en Ecología. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Naturales Y Matemáticas. Programa de Biología. San Juan de Pasto. 1991.

ERAZO TAPIA Nelson Ricardo. Análisis del cambio de uso y cobertura del suelo en el corredor volcánico chiles – cerro negro – cerro granizo. Departamento de Nariño periodo: 1989-2007.

FAO diversidad y tipos de agroecosistemas: consideraciones para diseño.

GUERRERO OBANDO Daisy Gabriela. ORTEGA SOLARTE Daniel Antonio. Estudio del cambio de la cobertura vegetal en el área de influencia occidental del P.N.N. complejo volcánico Doña Juana - cascabel periodo 1989-2011.Pag 25

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI IGAC. Interpretación Visual de Imágenes de Sensores Remotos y su Aplicación en Levantamientos de Cobertura y Uso de la Tierra. Pag 31. 2005

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI IGAC. Interpretación Visual de Imágenes de Sensores Remotos y su Aplicación en Levantamientos de Cobertura y Uso de la Tierra. Pag 59. 2005.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI IGAC. Interpretación Visual de Imágenes de Sensores Remotos y su Aplicación en Levantamientos de Cobertura y Uso de la Tierra. Pag 56. 2005

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. Atlas de páramos de Colombia. Bogotá D.C 2007.

LLAMBI, Luis Daniel. Uso del suelo en los páramos: impacto, dinámica y tendencias, Citado por Paramundi. II congreso mundial de páramos. Memorias. ONDESAN, Ministerio del Ambiente del Quito Ecuador. 2011

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. MINAMBIENTE, PÁRAMOS Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña colombiana

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Resolución 0769. Bogotá. 2002.

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA, Naciones Unidas Oficina contra la Droga y el Delito. Análisis Multitemporal de los Cultivos de Coca en las Áreas del Sistema de Parques Naturales, Periodo (2001-2004) Noviembre 2005

Plan de Desarrollo Municipal de Mallama 2012 – 2015“. Una vez más, vamos en minga por el Desarrollo Integral”

Plan Municipal de Desarrollo “Sapuyes Digno. Pág. 83

Plan de Desarrollo Municipal Periodo 2008 – 2011 Santacruz ya es de todos

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución Número (0253) 12 de Febrero 2009.

MORALES BETANCOURT Juan Alejandro. ESTÉVEZ-VARÓN Jaime Vicente. EL PÁRAMO: ¿Ecosistema en Vía de Extinción? Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Caldas. lunazul.ucaldas.edu.co.

PARQUES NATURALES NACIONALES DE COLOMBIA. Bosque Andino o Niebla.
<http://www.parquesnacionales.gov.co>

POMBO et. Al. PÁRAMOS. Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña colombiana. Bogotá DC Febrero 2002 Pág. 21.

SERRANO Olman, Hechos, cifras asuntos destacados de la mayor reunión forestal jamás celebrada. XIII congreso forestal mundial-desarrollo forestal: equilibrio vital. Argentina 2009.

UNNE FACULTAD DE INGENIERÍA -. Cátedra de fotointerpretación departamento de geociencias Teledetección imágenes satelitales procesamiento digital de imágenes. <http://www.ing.Unne.edu.ar>.

Urpa, Umata Mallama, Cálculos del Eot.

VÉLEZ, Recursos Naturales Renovables 2002.