

**FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA
“QUEBRADA ANGOSTURAS”, MUNICIPIO DEL CERRITO, DEPARTAMENTO
DE SANTANDER-COLOMBIA**

**OSCAR GILBERTO CASTELLANOS ANGARITA
CARLOS LEONARDO SUAREZ BLANCO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
MÁLAGA
2016**

**FORMULACION DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA
“QUEBRADA ANGOSTURAS”, MUNICIPIO DEL CERRITO, DEPARTAMENTO
DE SANTANDER-COLOMBIA**

**CARLOS LEONARDO SUAREZ BLANCO
OSCAR GILBERTO CASTELLANOS ANGARITA**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Forestal**

**Director
HERWIN RAMIRO ROA CAICEDO
Ingeniero Forestal**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
IPRED
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
MÁLAGA
2016**

DEDICATORIA

Primero a **DIOS** y la **VIRGEN MARÍA**, por proteger, guiar y brindarme sabiduría para poder llegar a este momento.

A mis padres **BERTHA ROSA** y **GILBERTO** quienes me apoyaron incondicionalmente, me inculcaron valores, consejos y proporcionaron con muchos esfuerzos todo lo que necesite a lo largo de mi formación.

A mis hermanos: **THERY ANGÉLICA, VÍCTOR ALBERTO** y **ALEXANDER** quienes siempre me apoyaron y fueron mi ejemplo a seguir.

OSCAR GILBERTO

A **DIOS** por estar presente y bendecirme para obtener este logro en mi vida

A mí **MADRE MARIA**, por ser mi compañía, por fortalecerme, apoyarme y ser gran gestora en el desarrollo de mi proceso académico y personal.

A mi padre **CARLOS** por su constante respaldo y bendición.

A mis **HERMANOS LORENA Y GUSTAVO** por demostrarme con su ejemplo, lo que es disciplina y responsabilidad, siempre sus fuerzas fueron vitales para lo que hoy soy.

CARLOS LEONARDO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Cuerpo Directivo, Administrativo y Docente, por el apoyo brindado a lo largo de nuestra carrera.

HERWIN RAMIRO ROA CAICEDO, Ingeniero forestal especialista en planeación para la educación ambiental, director del proyecto, por su orientación y tiempo dedicado para la correcta realización de las metas trazadas.

Comunidad residente en la zona donde se realizó el proyecto.

Todas aquellas personas quienes de una u otra manera ayudaron a que este proyecto terminara satisfactoriamente.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	27
1. PROBLEMA	28
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	28
2. OBJETIVOS	30
2.1 OBJETIVO GENERAL	30
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
3. MARCO REFERENCIAL	32
3.1 MARCO TEÓRICO	32
3.1.1 La cuenca hidrográfica	32
3.1.2 Componentes de una cuenca	32
3.1.3 Clasificación general de cuencas hidrográficas	35
3.1.4 Partes de una Microcuenca:	35
3.1.5 Elementos de una Microcuenca:	36
3.1.6 Ciclo hidrológico	37
3.2 MARCO CONCEPTUAL	44
3.3 MARCO LEGAL	46
4. DISEÑO METODOLOGÍCO	47

4.1 LOCALIZACIÓN	47
4.2 TIPO DE ESTUDIO	48
4.3 POBLACION Y MUESTRA	49
4.3.1 Población	49
4.3.2 Muestra	49
4.4 METODOLOGÍA	50
4.4.1 Áreas hidrográficas o macrocuencas	50
4.4.2 Zonas hidrográficas:	51
4.4.3 Subzonas hidrográficas o su nivel subsiguiente:	51
4.4.4 Microcuencas y acuíferos:	51
4.4.5 Aprestamiento	51
4.4.6 Fase de diagnóstico	52
4.4.7 Análisis de máximas avenidas o modelación hidrológica	69
4.5 GESTIÓN DEL RIESGO.	82
4.5.1 Amenaza, susceptibilidad y riesgo a desastres naturales	82
4.5.2 Prospectiva:	83
4.5.3 Zonificación ambiental	83
4.5.4 Fuentes de información	85
4.5.5 Formulación del plan de manejo ambiental	86
4.5.6 Ejecución	87
4.5.7 Seguimiento y evaluación:	87
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	88

5.1 FASE DE APRESTAMIENTO	88
5.1.1 Caracterización e identificación de actores	89
5.1.2 Información, sensibilización y concertación	90
5.1.3 Análisis situacional	91
5.2 FASE DE DIAGNOSTICO	93
5.2.1 Componente abiótico	93
5.2.2 Componente biótico:	161
5.2.3 Factor socioeconómico	201
5.3 MATRIZ DOFA	221
5.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES MEDIANTE EL MÉTODO EPM O MÉTODO ARBOLEDA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	228
5.4.1 Evaluación de impactos generados por la agricultura	228
5.4.2 Evaluación de impactos generados por la ganadería	236
5.4.3 Evaluación de impactos generados por la extracción de madera y leña	242
5.4.4 Evaluación de impactos generados por el mantenimiento de las vías	248
5.4.5 Evaluación de impactos generados por acueducto que va hacia el casco urbano	251
5.4.6 Gestión del riesgo	254
5.4.7 Análisis de riesgos	256
5.5 FASE PROSPECTIVA	259
5.5.1 Escenario tendencial	259
5.5.2 Escenario deseado	260
5.5.3 Escenario apuesta	260

5.6 ZONIFICACIÓN DE LA SENSIBILIDAD AMBIENTAL	261
5.6.1 Zonificación del medio físico	261
5.6.2 Zonificación del medio biótico	267
5.6.3 Zonificación del medio socio-económico	268
5.6.4 Capacitación a la comunidad que hace parte de la zona de influencia de la Microcuenca quebrada Angosturas	273
5.7 FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	277
5.7.1 Proyectos:	281
5.8 PRESUPUESTO TOTAL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA RÍO ANGOSTURAS	299
5.9 EJECUCIÓN	299
5.10 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	300
6. CONCLUSIONES	302
7. RECOMENDACIONES	304
BIBLIOGRAFÍA	305
ANEXOS	309

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clases de forma	59
Tabla 2. Tabla 2. Clasificación descriptiva pendientes	63
Tabla 3. Categoría de Tamaño en los Estratos	76
Tabla 4. Calificación ambiental	82
Tabla 5. Caracterización e identificación de actores	89
Tabla 6 . Resumen datos de precipitación (mm)	93
Tabla 7. Área entre isoyetas	95
Tabla 8. Resumen de datos de valores medios de Temperatura en °C	96
Tabla 9. Resumen de Datos de la Velocidad del Viento en m/seg.	99
Tabla 10. Resumen de Datos de recorrido del viento (Km)	100
Tabla 11. Resumen de Datos de Humedad Relativa (%)	101
Tabla 12. Resumen de datos brillo solar en horas	102
Tabla 13. Evapotranspiración potencial	104
Tabla 14. Balance hídrico según Thorthwaite	105
Tabla 15. Cotas de la Microcuenca quebrada Angosturas	107
Tabla 16. Área acumulada entre curvas de nivel Microcuenca quebrada Angosturas	108
Tabla 17 . Pendiente promedio Microcuenca quebrada Angosturas	109
Tabla 18. Pendiente por orden Microcuenca quebrada Angosturas	109

Tabla 19. Longitudes por orden de los talwegs Microcuenca quebrada Angosturas	111
Tabla 20. Longitud y profundidad del cauce parte baja en época de invierno	113
Tabla 21. Velocidad del cauce parte baja en época de invierno	115
Tabla 22 . Longitud y profundidad del cauce parte media en época de invierno	118
Tabla 23. Velocidad del cauce parte media en época de invierno	118
Tabla 24. Longitud y profundidad del cauce parte baja época de verano	120
Tabla 25. Velocidad del cauce parte baja época de verano	121
Tabla 26. Longitud y profundidad del cauce parte media en época de verano	122
Tabla 27. Velocidad del cauce parte media en época de verano	123
Tabla 28. Caudal de la Microcuenca quebrada Angosturas	124
Tabla 29. Uso del agua superficial	125
Tabla 30. Afloramientos de agua	126
Tabla 31. Resultados del número de curvas CN	132
Tabla 32. Valores Mensuales de Precipitación en mm reportados en la estación Granja Tinagá	133
Tabla 33. Resumen de las principales características delos hidrogramas aguacero No.1	134
Tabla 34. Resumen de las principales características de los hidrogramas aguacero No.2	137
Tabla 35. Uso actual del suelo	145
Tabla 36. Uso potencial del suelo	148
Tabla 37. Conflictos de uso del suelo	151
Tabla 38. Unidades geológicas	153
Tabla 39. Geoformas	160

Tabla 40 . Formaciones vegetales según Cuatrecasas	162
Tabla 41. Coberturas vegetales	164
Tabla 42. Formaciones vegetales en el área de estudio	165
Tabla 43. Especies de flora presentes en la Microcuenca quebrada Angosturas	166
Tabla 44. Especies encontradas en las parcelas muestreadas	167
Tabla 45 . Abundancia y frecuencia vegetación adulta, formación vegetal de páramo	168
Tabla 46. Abundancia y frecuencia regeneración vegetal, formación vegetal de páramo	169
Tabla 47 . Altura frailejones adultos	171
Tabla 48. Altura Romero de páramo adulto	172
Tabla 49. Altura <i>Puya sp</i> adulto	174
Tabla 50. Especies arbóreas encontradas en las parcelas muestreadas	176
Tabla 51. I.V.I para especies arbóreas encontradas en las parcelas muestreadas	176
Tabla 52. Especies arbustivas encontradas en las parcelas muestreadas en la formación vegetal de subpáramo	178
Tabla 53. Abundancia y frecuencia relativa en latizal, formación vegetal de subpáramo	179
Tabla 54. Especies encontradas en el estrato de brinzal formación vegetal subpáramo	180
Tabla 55. Abundancia y frecuencia relativa en brinzal, formación vegetal de subpáramo	181
Tabla 56. Especies vegetales amenazadas	182
Tabla 57. Especies de mamíferos	194
Tabla 58. Especies de mamíferos dentro de algún grado de amenaza	195

Tabla 59. Especies de aves	200
Tabla 60. Especies de aves dentro de algún grado de amenaza	201
Tabla 61. Matriz DOFA componente biótico.	221
Tabla 62. Matriz DOFA componente abiótico.	222
Tabla 63. Matriz DOFA componente social	223
Tabla 64. Matriz DOFA componente económico.	224
Tabla 65. Evaluación de impactos generados por la agricultura	229
Tabla 66. Evaluación de impactos generados por la ganadería	237
Tabla 67. Evaluación de impactos generados por la extracción de madera y leña	243
Tabla 68. Evaluación de impactos generados por el mantenimiento de vías	249
Tabla 69. Evaluación de impactos generados por acueducto que va hacia el casco urbano	252
Tabla 70. Amenazas identificadas y su grado de vulnerabilidad	255
Tabla 71. Resumen análisis de riesgo	258
Tabla 72. Puntuación de clases agrológicas	262
Tabla 73. Puntuación de Hidrogeología superficial	264
Tabla 74. Niveles de sensibilidad física.	266
Tabla 75. Valores de sensibilidad para el medio biótico	268
Tabla 76. Valores de sensibilidad e importancia para la zonificación del medio biótico	268
Tabla 77. Valores de sensibilidad para el medio socioeconómico	269
Tabla 78. Niveles de sensibilidad Socioeconómica	270
Tabla 79. Zonificación ambiental Microcuenca quebrada Angosturas	271

Tabla 80. Identificación de problemas en la Microcuenca quebrada Angosturas	278
Tabla 81. Recursos necesarios para ejecutar el proyecto 1	285
Tabla 82. Recursos necesarios para ejecutar el proyecto 2	289
Tabla 83. Recursos necesarios para ejecutar el proyecto 3	293
Tabla 84. Recursos necesarios para ejecutar el proyecto 4	296
Tabla 85. Recursos necesarios para ejecutar el proyecto 5	298
Tabla 86. Presupuesto total Plan de Manejo Ambiental de la Microcuenca quebrada Angosturas	299

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Marco normativo para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia	46
Figura 2. Ubicación de la Microcuenca quebrada Angosturas	47
Figura 3. Ubicación de la Microcuenca quebrada angosturas dentro del páramo del Almorzadero	48
Figura 4. Diseño metodológico	50
Figura 5. Curva hipsométrica de la cuenca	62
Figura 6. Curva Hipsográfica coeficiente de masividad.	64
Figura 7. Diseño de parcelas para caracterización florística.	76
Figura 8. Esquema metodológico propuesto por ECOPETROL	85
Figura 9. Esquema cartográfico para el modelo de zonificación ambiental.	86
Figura 10. Mapa base de la Microcuenca quebrada Angosturas	88
Figura 11. Análisis situacional de la Microcuenca, Árbol de Problemas	92
Figura 12. Mapa de isoyetas	95
Figura 13 . Mapa de isotermas	97
Figura 14. Mapa de balance hídrico	106
Figura 15 . Mapa de pendientes Microcuenca quebrada Angosturas	109
Figura 16. Red hídrica Microcuenca quebrada Angosturas según Horton	110
Figura 17. Perfil del cauce, parte baja de la Microcuenca en época de invierno	113
Figura 18. Perfil del cauce, parte media de la Microcuenca en época de invierno	117

Figura 19. Perfil del cauce, parte baja de la Microcuenca en época de verano	120
Figura 20 . Perfil del cauce, parte media de la Microcuenca en época de verano	122
Figura 21. Modelo Hidrológico en Hec HMS	131
Figura 22. Interpretación de resultados análisis de suelo	144
Figura 23. Uso actual del suelo de la Microcuenca quebrada Angosturas	145
Figura 24. Uso potencial del suelo de la Microcuenca quebrada Angosturas	147
Figura 25 . Mapa de conflictos Microcuenca quebrada Angosturas	150
Figura 26. Mapa geológico	152
Figura 27. Mapa geomorfológico	160
Figura 28. Formaciones vegetales	162
Figura 29. Imagen satelital Landsat usada para el análisis de riego a desastres naturales	255
Figura 30. Mapa de susceptibilidad amenazas a desastres naturales.	257
Figura 31. Variables para la zonificación ambiental del medio abiótico	261
Figura 32. Mapa de clases agrológicas	262
Figura 33. Mapa de Hidrogeología	264
Figura 34. Mapa de Pendiente del terreno	266
Figura 35 . Zonificación socioeconómica	269
Figura 36. Sensibilidad ambiental	270
Figura 37. Mapa Zonificación de la sensibilidad ambiental Microcuenca quebrada Angosturas	271
Figura 38. Escenario apuesta	279

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Precipitación media estación climatológica granja de Tinagá	94
Grafica 2. Temperatura media estación climatológica granja de Tinagá	96
Grafica 3. Correlación temperatura vs altitud	98
Grafica 4. Velocidad del viento media estación climatológica granja de Tinagá	99
Grafica 5 . Humedad relativa media estación meteorológica granja de Tinagá	101
Grafica 6. Brillo solar medio estación meteorológica granja de Tinagá	103
Grafica 7. Evapotranspiración potencial	105
Grafica 8. Precipitación y evapotranspiración Microcuenca quebrada Angosturas	106
Grafica 9. Curva hipsométrica acumulada sobre la curva inferior	108
Grafica 10 . Hidrograma de escorrentía directa caudal respecto al tiempo	115
Grafica 11. Hietograma de precipitación incremental e Hidrograma de diseño para un periodo de retorno 50 años. Aguacero No. 1	134
Grafica 12. Hietograma de precipitación incremental e Hidrograma de diseño para un periodo de retorno 250 años. Aguacero No. 1	135
Grafica 13. Hietograma de precipitación incremental e hidrograma de diseño para un periodo de retorno de 50 años aguacero No.2	135
Grafica 14. Hietograma de precipitación incremental e hidrograma de diseño para un periodo de retorno de 250 años. Aguacero No.2	136
Grafica 15. Abundancia y frecuencia relativa vegetación adulta, formación vegetal de páramo	169
Grafica 16. Abundancia y frecuencia relativa regeneración natural, formación vegetal de páramo	170

Grafica 17. I.V.I formación vegetal de subpáramo	177
Grafica 18. Abundancia y frecuencia relativa en latizal, formación vegetal de subpáramo	180
Grafica 19. Abundancia y frecuencia relativa en latizal, formación vegetal de subpáramo	182
Grafica 20. Abundancia de especies de mamíferos	194
Grafica 21. Abundancia de especies de aves	200
Grafica 22. Población presente en la Microcuenca	202
Grafica 23. Nivel educativo	204
Grafica 24. Seguro de salud	205
Grafica 25. Batería sanitaria	206
Grafica 26. Cocina	207
Grafica 27. Pisos de viviendas	208
Grafica 28. Techos de viviendas	208
Grafica 29. Paredes de viviendas	209
Grafica 30. Calidad de agua	210
Grafica 31. Usos del recurso hídrico	211
Grafica 32. Tenencia de la tierra	213
Grafica 33. Cultivos	214
Grafica 34. Ingresos	220
Grafica 35. Resumen de la sensibilidad ambiental Microcuenca quebrada Angosturas	272

LISTA DE IMAGENES

	Pág.
Imagen 1. Nacimiento Microcuenca quebrada Angosturas	89
Imagen 2. Socialización con la comunidad	91
Imagen 3. Cálculo de transpiración en la especie <i>Lupinus interruptus</i>	103
Imagen 4. Medición de caudal parte baja en época de invierno	112
Imagen 5. Medición de caudal parte media en época de invierno	116
Imagen 6. Medición de caudal parte baja en época de verano	119
Imagen 7. Medición de caudal parte media en época de verano	121
Imagen 8. Parte alta Microcuenca río Angosturas	124
Imagen 9. Toma de muestras de agua para análisis	127
Imagen 10 . Calicata para determinar perfil del suelo en la parte media de la Microcuenca	139
Imagen 11. Horizontes del suelo parte media de la Microcuenca	140
Imagen 12. Determinación textura del suelo parte media de la Microcuenca	141
Imagen 13. Perfil del suelo parte baja de la Microcuenca	141
Imagen 14. Determinación textura del suelo parte baja de la Microcuenca	143
Imagen 15. Obtención de muestras de suelo para análisis fisicoquímico	143
Imagen 16. Parte alta de la Microcuenca quebrada Angosturas	167
Imagen 17. Romero de páramo (<i>Diplostephium phylloides</i>)	172
Imagen 18. Abanico (<i>Loricaria complanata</i>)	173
Imagen 19. Roseta acaule (<i>Puya sp</i>)	173

Imagen 20. Especie de la familia scrophulariaceae	174
Imagen 21. Toma de información para análisis estructural del bosque	175
Imagen 22 . Especies arbustivas formación vegetal de subpáramo	179
Imagen 23. Regeneración de especies formación vegetal de subpáramo	181
Imagen 24. Estado actual del bosque	183
Imagen 25. Grado de intervención antrópica	184
Imagen 26. Armadillo	187
Imagen 27. Conejo de monte	188
Imagen 28. Ardilla	189
Imagen 29. Guache	190
Imagen 30. Venado de páramo	191
Imagen 31. Mapache	192
Imagen 32. Tinajo	193
Imagen 33. Cóndor andino	195
Imagen 34. Águila de paramo	196
Imagen 35. Siote	197
Imagen 36. Colibrí	198
Imagen 37. Copetón	199
Imagen 38. Aplicación de encuesta socioeconómica	201
Imagen 39. Vivienda típica de la zona	206
Imagen 40. Campesinos en sus cultivos	213
Imagen 41. Campesina con su hijo y ganado	218
Imagen 42. Impactos generados por la agricultura	228

Imagen 43. Impactos generados por la ganadería	236
Imagen 44 . Impactos generados por la extracción de madera y leña	242
Imagen 45. Impactos generados por el mantenimiento de vías	248
Imagen 46 . Impactos generados por acueducto que va hacia el casco urbano	252
Imagen 47. Mapa de Cobertura y uso del suelo	267
Imagen 48. Capacitaciones con niños	275
Imagen 49. Capacitaciones con adultos	276

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Caracterización del estado actual de la Microcuenca río Angosturas.	309
Anexo B. Análisis de laboratorio de aguas.	313
Anexo C. Reporte de resultados laboratorio de servicios.	315

RESUMEN

TITULO: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA “QUEBRADA ANGOSTURAS”, MUNICIPIO DEL CERRITO, DEPARTAMENTO DE SANTANDER-COLOMBIA *.

AUTORES: OSCAR GILBERTO CASTELLANOS ANGARITA y CARLOS LEONARDO SUAREZ BLANCO **

PALABRAS CLAVES: CUENCA HIDROGRÁFICA, RECURSO HÍDRICO, APRESTAMIENTO, DIAGNÓSTICO, PROSPECTIVA, FORMULACIÓN, ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

DESCRIPCIÓN:

Los recursos naturales de la subcuenca río Servitá como lo son suelo, agua, fauna y flora, son los principales elementos para el desarrollo económico del municipio de Cerrito, ya que a partir de estos se generan la mayoría de los productos agrícolas y ganaderos que se comercializan en los mercados locales y regionales. Por tal razón es indispensable formular y ejecutar el plan de manejo ambiental de la Microcuenca quebrada Angosturas principal afluente del río Servitá, pues es allí donde se generan los problemas ambientales y socioculturales cuyas consecuencias se verán reflejadas en las partes medias y bajas, teniendo en cuenta también que según los planes de ordenamiento territorial es necesario llevar a cabo dicho diagnóstico como un primer paso para un futuro ordenamiento de las cuencas hidrográficas de la región y el país.

El proyecto se inició con la socialización de la propuesta a la comunidad que forma parte de la zona de influencia de la Microcuenca quebrada Angosturas, posteriormente se llevó a cabo la fase de diagnóstico, en la cual se hizo un análisis del factor biótico, abiótico, socioeconómico y cultural; siguiendo con la fase prospectiva, la cual desde el punto de vista territorial, consiste en construir una visión de futuro sobre el espacio y las relaciones socio económicas que allí se desarrollan, dicha visión representa el modelo a futuro del territorio; se finalizó con la formulación del plan de manejo ambiental, el cual fue aprobado por la comunidad de la Microcuenca.

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Herwin Ramiro Roa Caicedo, Ingeniero Forestal.

ABSTRACT

TITLE:. ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN OF THE “ANGOSTURAS RAVINE” MICROBASIN, MUNICIPALITY OF CERRITO, SANTANDER DEPARTAMENT, COLOMBIA”. *

AUTHORS: OSCAR GILBERTO CASTELLANOS ANGARITA and CARLOS LEONARDO SUAREZ BLANCO **

KEYWORDS: WATERSHED, WATER RESOURCES, READINESS, DIAGNOSIS, PROSPECTIVE, FORMULATION, ENVIRONMENTAL ZONING

DESCRIPTION:

The natural resources of the sub-basin river Servitá such as soil, water, fauna and flora are the main elements for the economic development of the municipality of Cerrito, since from these most agricultural products are produced and livestock that sold in local and regional markets. For this reason it is essential to diagnose the current state of the sub-basin and more specifically from the top, as this is where environmental and socio-cultural problems whose consequences will be reflected in the middle and lower parts are generated, taking into account that according to the land use plans it is necessary to carry out this diagnosis as a first step for future planning of river basins in the region and the country.

The project began with the socialization of the proposal to the community that is part of the area of influence of the upper part of the river sub-basin Servitá; subsequently it carried out the assessment phase, in which a morphometric, hydrological, biological, environmental, socioeconomic and cultural analysis was done; Continuing with the prospective phase, which from the territorial point of view, is to build a vision about space and socio economic relationships developed there, that vision represents the future model of the territory; It was completed with the formulation of environmental management plan, which was approved by the community Microbasin.

* Bachelor Thesis

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Herwin Ramiro Roa Caicedo, Ingeniero Forestal.

INTRODUCCIÓN

Las consideraciones para la conservación de los recursos naturales en la Microcuenca quebrada Angosturas se basan en el hecho de que su uso causa un deterioro gradual de los mismos. Que muchos de estos recursos sean renovables, no quiere decir que sean también inagotables, más aun, el exceso de uso y el abuso en la utilización de estos recursos, crean una necesidad para la explotación de áreas vírgenes, por encima de las necesidades del crecimiento económico. Los suelos, el agua y los bosques presentes en la Microcuenca son claros ejemplos de esto, y, en un sentido muy real, estamos viviendo del capital y no del interés.

En el sentido de la economía del municipio de Cerrito y de la región, se hace importante regular, planificar y controlar el desarrollo de las actividades productivas agropecuarias y las actividades extractivas, que se implementan en la Microcuenca, garantizando las condiciones de sobrevivencia de los pobladores, generando alternativas que suplanten el uso intensivo del suelo en producción de cebolla, ajo, papa y ganadería, con miras a conservar el agua, la flora y los ecosistemas paramunos.

Mediante diagnósticos técnicos de todos y cada uno de los componentes bióticos, abióticos, socioeconómicos y culturales, con el plan de manejo ambiental de la Microcuenca quebrada Angosturas, se identificaron todas las problemáticas las cuales están ocasionando el deterioro de los recursos existentes, así mismo se formulan estrategias las cuales ejecutadas como se plantea en el plan de manejo ambiental, ayudaran a la recuperación y preservación del ecosistema.

1. PROBLEMA

Deterioro de los recursos naturales en la Microcuenca quebrada Angosturas, a causa de la expansión de la frontera agropecuaria, extracción de madera y leña y otros factores, los cuales tienen especial afectación en el recurso hídrico.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La oferta hídrica en la Microcuenca experimenta en la actualidad una reducción progresiva por causa de las limitaciones de uso que implica la alteración de la calidad del agua por contaminación debida principalmente al desarrollo de actividades antrópicas como expansión de la frontera agrícola, uso pecuario y prestación de servicios.

La no regulación natural del recurso agua ha provocado que en las épocas de invierno se genere gran pérdida de suelo en los costados de la vertiente, debido al aumento del caudal del cauce como consecuencia de la deforestación del bosque ripario, además, la expansión de la frontera agropecuaria hace que las áreas de conservación y protección se conviertan en zonas productoras, perdiendo así su valor ecológico. Por otro lado, en los periodos de baja precipitación se ocasiona una disminución en el recurso biótico generado por el uso inadecuado de la flora y fauna de la zona, ya que en esta época aumenta la corta de leña para consumo doméstico.

El mal manejo del recurso hídrico provoca disminución del mismo y a la vez conflictos sociales y económicos, teniendo en cuenta que el agua es el principal componente para el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias que se realizan a lo largo y ancho de la Microcuenca.

En la Microcuenca quebrada Angosturas la actividad agrícola se hace de forma intensiva, necesitando cantidades significativas de agua para riego, la cual

posteriormente por procesos de lixiviación vuelve a la subcuenca contaminada por la gran cantidad de agroquímicos que se utilizan para la producción de ajo, cebolla, y papa principalmente, sumado a que el ganado se pasea libremente por todos los costados de la Microcuenca contaminando con sus desechos el recurso hídrico, causando una problemática importante en la parte media y baja, ya que las comunidades utilizan esta agua para consumo propio y actividades agropecuarias.

Proliferación de proyectos de infraestructura y económicos (mineros, petroleros, agrícolas, viales), en zonas aledañas a la Microcuenca, sobre el páramo el almorzadero, la convierten en una zona vulnerable a la desaparición, si priman los intereses económicos sobre los ambientales, por la incompetencia de las autoridades gubernamentales encargadas de velar por la mantención y protección de estas áreas a las cuales no se les presta la atención necesaria para su conservación en el tiempo

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Formular el plan de manejo ambiental de la Microcuenca quebrada Angosturas, ubicada en la vereda Corral Falso del municipio del Cerrito, departamento de Santander-Colombia, por medio de un diagnóstico de los factores biofísicos (suelo, agua, flora, fauna), socioeconómico y cultural, buscando generar su sostenibilidad en el tiempo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar un estudio morfométrico, físico y biológico del estado actual y situación en la que se encuentra la Microcuenca quebrada angosturas.

Establecer todos los índices de información socioeconómica y cultural, mediante encuestas, información primaria y secundaria de diferentes fuentes, y observaciones de campo aplicadas en el área de influencia de la Microcuenca quebrada Angosturas.

Evaluar las problemáticas, impactos ambientales y los factores que participan en la degradación de la misma, utilizando la matriz ambiental (modelo utilizado por las Empresas Públicas de Medellín EPM), y la matriz DOFA; y así formular las mejores estrategias, alternativas y recomendaciones para un manejo sostenible a la hora de elaborar el plan de manejo ambiental.

Elaborar para un correcto análisis y elaboración de la zonificación ambiental la mapificación necesaria como lo es: mapas base, mapa geológico, mapa geomorfológico, mapa de relieve, mapa hidrológico, mapa agrologico, mapa de formaciones vegetales, mapa de isoyetas e isotermas, mapa de suelos (uso actual, uso potencial y conflictos) y demás mapas necesarios con la ayuda de fotografías aéreas, cartas topográficas y sistemas de información geográfica.

Construir el plan de manejo ambiental de la Microcuenca quebrada Angosturas siguiendo todos los lineamientos obtenidos en los análisis hechos, para así generar las mejores alternativas y soluciones que nos lleven a la mejora, manejo sostenible y conservación de los recursos naturales.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 MARCO TEÓRICO

3.1.1 La cuenca hidrográfica: entiéndase por cuenca u hoya hidrográfica el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar.¹

Las cuencas pueden considerarse como sistemas abiertos en los que es posible estudiar los procesos hidrológicos; se llama sistema abierto al conjunto de elementos y alteraciones interrelacionadas que intercambian energía y materia con las zonas circundantes. La medición y análisis cuantitativo de sus características hidrográficas se denomina morfometría de la cuenca. Por este motivo, la cuenca representa la unidad fundamental empleada en hidrología, la ciencia que se ocupa del estudio de las diferentes aguas en el medio ambiente natural. Constituye uno de los rasgos principales del paisaje, cuyo proceso de formación en la mayoría de los continentes está determinado por la erosión fluvial y el transporte y deposición de sedimentos. Ésta es la razón por la que las cuencas también son la unidad básica de estudio de la geografía física.²

3.1.2 Componentes de una cuenca: los elementos que componen una cuenca son: Agua, Suelo, Vegetación, Fauna, Hombre y Medio Ambiente. Estos componentes son vivos, dinámicos y se encuentran en interacción.

¹ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 1729. (07, Agosto, 2002). Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2002. no. 44893. p. 1-7.

² SECRETARÍA DE LA CONVENCION DE RAMSAR. Manejo de cuencas hidrográficas: Integración de la conservación y del uso racional de los humedales en el manejo de las cuencas hidrográficas. [Online] Gland, Suiza: RAMSAR, 2010. p. 40-45 [Consultado en febrero de 2016]. Disponible en: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-09sp.pdf>

La cuenca es una unidad geográfica, donde todos los elementos que la integran se condicionan mutuamente de una manera estrecha y armónica. Por lo tanto en el estudio de una cuenca se debe tener en cuenta todos los recursos que posee, es decir, considerar el medio natural en su carácter global.

Cuando se habla de la ordenación integral de cuencas hidrográficas, se refiere a la administración racional de todos los recursos naturales de una región. En consecuencia contempla todos los planes para el manejo de los bosques, de los cultivos, de los suelos, de las aguas, etc.; pero no formulados de manera aislada, sino concebidos en una forma integral, de unidad, contemplando la regulación de la actividad humana.

La cuenca como unidad, tiene características geográficas, físicas y biológicas similares que la hacen funcionar como un ecosistema. Es por esto que las cuencas hidrográficas se convierten en una mejor unidad geográfica ideal para la planeación del desarrollo regional.³

Para facilitar el estudio de los caracteres o componentes de una cuenca se agrupan de la siguiente forma:

- **Factores Físicos:** son los que tienen que ver con el relieve, la corteza terrestre y los elementos naturales que la modifican. Estos factores son: el relieve, la topografía, la hidrología, la hidrografía, la geología, la geomorfología, el clima⁴

- **Factores Biológicos:** son los que tienen vida en la cuenca. Estos son: el suelo, la vegetación, la fauna, la ecología⁵

³ HENAO, Jesús Eugenio. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Bogotá: Universidad Santo Tomás, 1998. p.57-60.

⁴ UNIÓN MUNDIAL PARA LA NATURALEZA. Visión del Agua y la Naturaleza: Estrategia Mundial para la Conservación de los Recursos Hídricos en el siglo XXI. [Online] Washington D.C., United States of America: UICN, 2000. p.52. [consultado en febrero de 2015] Disponible en: https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/vision_agua.pdf

⁵ Ibíd.p. 32.

• **Factores Humanos:** el elemento fundamental del desarrollo de una cuenca hidrográfica, es el hombre, base de toda planificación, puesto que el será el beneficiario directo de los planes que se adelanten.

A este factor del manejo de cuencas se le dedica gran esfuerzo y trabajo. Se estudia todos los aspectos socioeconómicos que influyan en la cuenca así: población, origen, incremento poblacional, mortalidad, natalidad, educación, ocupación, vivienda, comportamiento social y liderazgo, necesidades, infraestructura, escuelas, puestos de salud, acueductos, energía, recreación, tenencia de la tierra, áreas ocupadas, formas de tenencia de la tierra, uso que se da a las tierras, prácticas agrícolas, prácticas pecuarias, prácticas de aprovechamiento forestal que utilizan, etc. Es decir todos los aspectos de tipo social, cultural y económico, de la comunidad que vive en la cuenca. ⁶

• **Factores socio – ambientales:** el concepto de manejo de cuencas hidrográficas ha evolucionado en los últimos años. Hasta hace poco tiempo, e inclusive hoy, es normal ver que en el manejo y planificación de cuencas se tenga en cuenta solo el factor hídrico, y se enfoque el manejo, por ejemplo al control de inundaciones, el riesgo, la disminución de sedimentos, el agua para consumo humano, etc., sin tener en cuenta que las características biogeofísicas de una cuenca tienden a formar sistemas hidrológicos y ecológicos relativamente coherentes, que requieren por lo tanto de una planificación integrada, para evitar deterioros ambientales.

El medio ambiente, o sea lo que nos rodea está centrado en el hombre y consiste en la forma y función de aquellos ecosistemas que rodean y apoyan la vida humana. Existen innumerables ecosistemas en el mundo. Un ecosistema grande como por ejemplo, una cuenca hidrográfica contiene muchos otros ecosistemas: bosques, lagos, ríos, terrenos agrícolas, pastizales e incluso ciudades, que a pesar de su aparente independencia lo que le hagamos a uno de ellos influirá en el otro, pues son interdependientes.

De esta interacción surge la necesidad de estudiar los aspectos ambientales que condicionan las relaciones de los recursos, con el fin de evaluar en el momento determinado el impacto que le causa al ambiente, el uso que hagamos de ellos.⁶⁶

3.1.3 Clasificación general de cuencas hidrográficas: las cuencas hidrográficas pueden clasificarse, según Gravellius en tres grupos:

- Cuenca Principal: es aquella en que el cuerpo principal de agua desemboca directamente al océano.
- Sub-Cuenca: es aquella que tributa hacia otra cuenca. La de primer orden tributa hacia una cuenca principal, la de segundo hacia una sub-cuenca y así sucesivamente.
- Micro cuenca: es una cuenca o sub-cuenca de tamaño reducido.

A todas las cuencas anteriores, sin importar su clasificación, se les denomina en términos generales como “cuencas hidrográficas”. En el caso de las microcuencas, éstas toman su nombre en razón de su tamaño.

3.1.4 Partes de una Microcuenca: para efectos de planeación y ordenamiento de una cuenca hidrográfica esta puede dividirse en tres partes:

- Zona alta o receptora de agua: es el área superior de la Microcuenca, de mayor elevación y generalmente de mayores pendientes, es prioritaria en materia de conservación de bosques, por estar en ella concentrada toda el área de nacimientos y pequeños cauces que dan origen a la quebrada principal.

⁶⁶ Ibid.p.33

- Garganta: es la zona media de la micro cuenca, además es la parte más estrecha, es allí donde se da una gran presión sobre el uso del suelo y una alta demanda del recurso agua.

- Cono de deyección: es la parte baja de la Microcuenca o zona final del recorrido del cauce, antes de verter sus aguas a otro cauce principal de mayor orden (Leal, leal 1984).

3.1.5 Elementos de una Microcuenca: en una cuenca se identifican los siguientes elementos:

- Divisoria de aguas: la divisoria de aguas es una línea que delimita la cuenca hidrográfica. Una divisoria de aguas marca el límite entre una cuenca hidrográfica y las cuencas vecinas. El agua precipitada a cada lado de la divisoria desemboca generalmente en ríos distintos. Otro término utilizado para esta línea se denomina parte aguas.

- El río principal: el río principal suele ser definido como el curso con mayor caudal de agua o bien con mayor longitud o mayor área de drenaje. La mayoría de cuencas presentan un río principal bien definido desde la desembocadura hasta cerca de la divisoria de aguas.

Otros términos importantes a distinguir en un río son:

Cauce: conducto descubierto o acequia por donde corren las aguas superficiales.

Margen derecha: mirando río abajo, la margen que se encuentra a la derecha.

Margen izquierda: mirando río abajo, la margen que se encuentra a la izquierda.

Aguas abajo: se dice que un punto esta aguas abajo, si se sitúa después del sentido de la corriente.

Aguas arriba: es el contrario de la definición anterior.

- Los afluentes: son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada Subcuenca o Micro cuenca
- El relieve de la cuenca: el relieve de una cuenca consta de los valles principales y secundarios, con las formas de relieve mayores y menores y la red fluvial que conforma una cuenca. Está formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas o torrentes, valles y mesetas.
- Las obras y actividades humanas: las obras construidas por el ser humano y las actividades que él desarrolla dentro del área de una cuenca tales como las viviendas, ciudades, las industrias, los balnearios y sitios de recreación, los campos de cultivo, potreros y las obras para riego, energía y vías de comunicación, pueden ser causantes de muchos desequilibrios en la cuenca si no se controlan sus impactos o se desarrollan sin la adecuada planificación.

Una de las consecuencias más comunes de los impactos negativos, son inundaciones en las partes bajas.

3.1.6 Ciclo hidrológico⁷⁷: el ciclo hidrológico se podría definir como el proceso que describe la ubicación y el movimiento del agua en nuestro planeta. Es un proceso continuo en el que una partícula de agua evaporada del océano vuelve al océano después de pasar por las etapas de precipitación, escorrentía superficial y/o escorrentía subterránea.

⁷ LINSLEY, Ray K.; [... y otros]. Hidrología para ingenieros [online]. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill, 1998. p.27-56. [Consultado en febrero de 2016]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/103814232/Hidrologia-para-Ingenieros-LINSLEY-KOHLER-y-PAULHUS>

El concepto de ciclo se basa en el permanente movimiento o transferencia de las masas de agua, tanto de un punto del planeta a otro, como entre sus diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido)

Este flujo de agua se produce por dos causas principales: la energía Solar y la gravedad.

- Importancia del ciclo hidrológico: el ciclo hidrológico es muy importante para estudiar el agua y la influencia que nosotros podemos tener en ella desde la precipitación sobre la tierra hasta el regreso de esta, bien sea a la atmosfera o a los océanos. Este ciclo sirve para destacar cinco fases básicas: precipitación, evaporación y transpiración, escorrentía superficial, interceptación y aguas subterráneas.

La naturaleza parece trabajar demasiado para producir lluvias torrenciales que hacen crecer los ríos en exceso. En otras ocasiones, la maquinaria del ciclo parece detenerse completamente y con ella la precipitación y la escorrentía. En zonas adyacentes las variaciones del ciclo pueden llegar a ser bastante diferentes.

Estos efectos extremos de crecientes y sequias, producen grandes pérdidas económicas por la merma en los cultivos, inundaciones, etc, y cuando llegan a casos extremos obligan a menudo a la construcción de grandes obras hidráulicas para la protección contra los efectos perjudiciales de estos extremos. Si el hombre es previsivo y maneja racionalmente los recursos, sin duda estos datos se podrán atenuar. La explicación y medición de estos extremos climáticos se encuentran en las ciencias de la meteorología y la climatología y deben ser comprendidos por todos, al menos de una forma rudimentaria.

Así pues, el funcionamiento de una cuenca se basa en los principios del ciclo hidrológico y la relación que este tiene con los suelos y las planta. De ahí la importancia de su estudio.

•El balance de agua para una cuenca: el ciclo hidrológico es sumamente importante en el manejo de una cuenca, por cuanto esto representa su contabilidad hidrológica, es decir, las pérdidas y las ganancias de agua, las cuales se determinan a través de la siguiente ecuación de balance:

$Q = P - D \pm AR$, donde

Q = Es el escurrimiento en el período considerado, (una semana, un mes, un año, etc.)

P = Es la precipitación

AR = Es el cambio de la cantidad de agua almacenada en la cuenca entre el principio y el fin del período (el cambio de las reservas)

D = Son las pérdidas de agua de la cuenca, que no aparecen como escurrimiento o sea las pérdidas por interceptación (I), Evaporación (E), y Transpiración de las plantas (T) siendo entonces:

$D = (I + E + T)$, entonces la fórmula de balance o ecuación de balance, será:

$Q = P - (I + E + T) \pm AR$

Este cambio puede ocurrir en cualquiera de las siguientes clases de almacenamiento:

1. Almacenamiento de la superficie (lagos, represas, nieve).
2. Almacenamiento de la retención del suelo (humedad del suelo).
3. Almacenamiento del agua freática.

Estudio de los componentes del ciclo hidrológico: los componentes del ciclo hidrológico son:

- La precipitación
- La interceptación
- El escurrimiento superficial
- El agua del suelo:

- La infiltración
- La percolación
- El agua freática
- La evaporación
- La transpiración
- La evapotranspiración

3.1.7 Valoración del agua por la población: los valores social, ambiental y económico del agua posibilitan la seguridad de las poblaciones en estos tres ámbitos. La seguridad ambiental se garantiza a partir de la aceptación, valoración y cumplimiento de responsabilidades individuales, sociales e institucionales en el manejo adecuado, conservación y restauración de los ecosistemas. La seguridad social se proporciona a través de acceso equitativo, seguro y eficiente al agua, así como la responsabilidad por su conservación y manejo sustentable. Al tratarse de seguridad económica, se pretenden revertir las tendencias actuales de pautas de consumo, demográficas y de articulación sociedad – naturaleza, con el fin de garantizar la satisfacción de las demandas actuales y futuras de recursos hídricos para todas las poblaciones y sectores sociales sin comprometer la integridad ecológica de los ecosistemas.⁸

Generar participación pública: devolver poder a los niveles locales y la participación de las personas en la toma de decisiones en cuanto a manejo de agua, requiere que las personas asuman nuevas responsabilidades y se involucren de manera activa. Los problemas relacionados con el agua han tomado mucho tiempo para llegar a esta etapa crítica; para encontrar soluciones se necesita insistencia y paciencia. A niveles locales existen energía y capacidades,

⁸ SILES, Jackeline; SOARES, Denise. La fuerza de la Corriente: Gestión de Cuencas Hidrográficas con Equidad de Género. [Online] San José, Costa Rica: ABSOLUTO, 2013. p.11-34.[Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2003-042.pdf>

que se pueden complementar, donde resulte pertinente con ayuda técnica que ofrezcan ONG, centros de investigación o gobiernos.⁹⁹

Agua para consumo humano: independientemente de los agentes que afectan la calidad del agua para consumo humano, es necesario tener en cuenta los riesgos causados por la pobre protección de las fuentes de agua, el inadecuado manejo del agua durante el proceso de tratamiento y la mala conservación de su calidad a nivel de las redes de distribución e intradomiciliario. Sin embargo, la ausencia de enfermedades en comunidades abastecidas con agua de mala o dudosa calidad no significa que la población no esté sujeta a riesgos que puedan desencadenar una epidemia.

Acceso a agua segura:¹⁰ se define como agua segura el agua apta para consumo humano, de buena calidad y que no genera enfermedades. Es un agua que ha sido sometida a algún proceso de potabilización o purificación casera. Sin embargo, determinar que un agua es segura solo en función de su calidad no es suficiente. La definición debe incluir otros factores como la cantidad, la cobertura, la continuidad, el costo y la cultura hídrica. Es la conjugación de todos estos aspectos lo que define el acceso al agua segura.

Agua segura = Cobertura + Calidad + continuidad + Costo + Cultura hídrica

Cobertura: significa que el agua debe llegar a todas las personas sin restricciones. Nadie debe quedar excluido del acceso al agua de buena calidad. No obstante, actualmente en el mundo 1100 millones de personas carecen de instalaciones necesarias para abastecerse de agua y 2400 millones no tienen acceso a sistemas de saneamiento.

⁹ *Ibíd.* p.34

¹⁰ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Tratamiento de agua para consumo humano, Plantas de filtración rápida Manual II: Diseño de plantas de tecnología apropiada. [Online] Lima, Perú: OPS Y CEPIS, 2004. p.12.[Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/id/5676/BIV00014.pdf>

Cantidad: se refiere a la necesidad de que las personas tengan acceso a una dotación de agua suficiente para satisfacer sus necesidades básicas: bebida, cocina, higiene personal, limpieza de la vivienda y lavado de ropa.

Calidad: se refiere a que este recurso se encuentre libre de elementos que la contaminen y conviertan en un vehículo para la transmisión de enfermedades. Por su importancia para la salud pública, la calidad del agua merece especial atención. Sin embargo, y sobre todo en los países en desarrollo a este problema se le ha prestado poca atención en comparación con otros aspectos como la cobertura.

Continuidad: el servicio de agua debe llegar en forma continua y permanente, lo ideal es disponer de agua durante las 24 horas del día. La no continuidad o el suministro por horas, además de ocasionar inconvenientes debido a que obliga al almacenamiento intra domiciliario, afectan la calidad y puede generar problemas de contaminación en las redes de distribución.

Costo: el agua es un bien social pero también económico, cuya obtención y distribución implica un costo. Este costo ha de incluir el tratamiento, el mantenimiento y la reparación de las instalaciones, así como los gastos administrativos que un buen servicio exige.

Aunque cada vez hay más personas que entienden que el agua tiene un precio, todavía hay quienes se resisten a aceptar las tarifas y también persisten las discrepancias sobre cuánto deben pagar por este servicio los pobres.

Cultura hídrica: es un conjunto de costumbres, valores, actitudes y hábitos que un individuo o una sociedad tienen con respecto a la importancia del agua para el desarrollo de todo ser vivo, la disponibilidad del recurso en su entorno y las acciones necesarias para obtenerla, tratarla, distribuirla, cuidarla y reutilizarla.

Esta cultura implica el compromiso de valorar y preservar el recurso, utilizándolo con responsabilidad en todas las actividades, bajo un esquema de desarrollo sustentable.

Monitoreo del agua: para conocer la calidad del agua de una cuenca hidrológica y dar seguimiento a las acciones que se están llevando a cabo para su conservación y protección, es necesario realizar un monitoreo, que consisten en la medición sistemática y periódica de diversos parámetros biológicos y fisicoquímicos para determinar su calidad tales como: temperatura, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, fosfatos, nitratos, pH, turbidez. También se puede determinar a través de parámetros biológicos.

No obstante, la calidad del agua no es suficiente para asegurar beneficios a la salud humana; es necesario que adicionalmente se satisfagan tres aspectos: cantidad, continuidad y costo razonable. Al margen de las responsabilidades del abastecedor, los consumidores deben tener conocimientos sobre el uso apropiado del agua, de la adecuada nutrición e higiene de los alimentos, así como de la correcta disposición de excrementos. Precisamente, los mensajes dirigidos a mejorar los hábitos y costumbres relacionados con el buen uso del agua, deben realizarse a través de programas educativos y en forma complementaria a las actividades propias del abastecedor para evitar la impresión de que la calidad del agua por sí sola, previene las enfermedades.

Calidad de aguas: la calidad del agua está definida por su composición química y por sus características físicas y biológicas, adquiridas a través de los diferentes procesos naturales y antropogénicos. Estos implican contacto y disolución de los componentes minerales de las rocas sobre las cuales el agua actúa como agente meteorizante, en sus diferentes estados de agregación (sólidos, líquidos y gaseoso). La calidad del agua natural su variación espaciotemporal se modifica por el influjo de las múltiples, actividades socioeconómicas, de acuerdo con las características propias de estas dinámicas. Comúnmente la calidad del agua se

expresa en términos de cantidades medibles y relacionadas con su uso potencial.

3.2 MARCO CONCEPTUAL

Amenaza: peligro que está latente, que todavía no se desencadenó, pero que sirve como aviso para prevenir o para presentar la posibilidad de que sí lo haga.

Bosque protector: no permite el aprovechamiento comercial de la madera, ni la remoción del suelo, conservando en forma permanente su vegetación. Admite únicamente el aprovechamiento indispensable, pero garantizando una mayor protección y/o conservación, tanto de las fuentes de agua como de la fauna y bancos genéticos (IGAC 1997).

Conservación: es el mantenimiento o el cuidado que se le da a algo con una clara misión de mantener de modo satisfactorio e intacto sus cualidades, formas, entre otros aspectos. En tanto este concepto dispone de un uso muy habitual en ámbitos como el medio ambiente.

Contaminación del agua: incorporación al agua de materias extrañas como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, a aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Cuenca hidrográfica: es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar a través de un único río, o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.

Desarrollo Sostenible: es un patrón de uso de los recursos que tiene como objetivo satisfacer las necesidades humanas, preservando el medio ambiente para

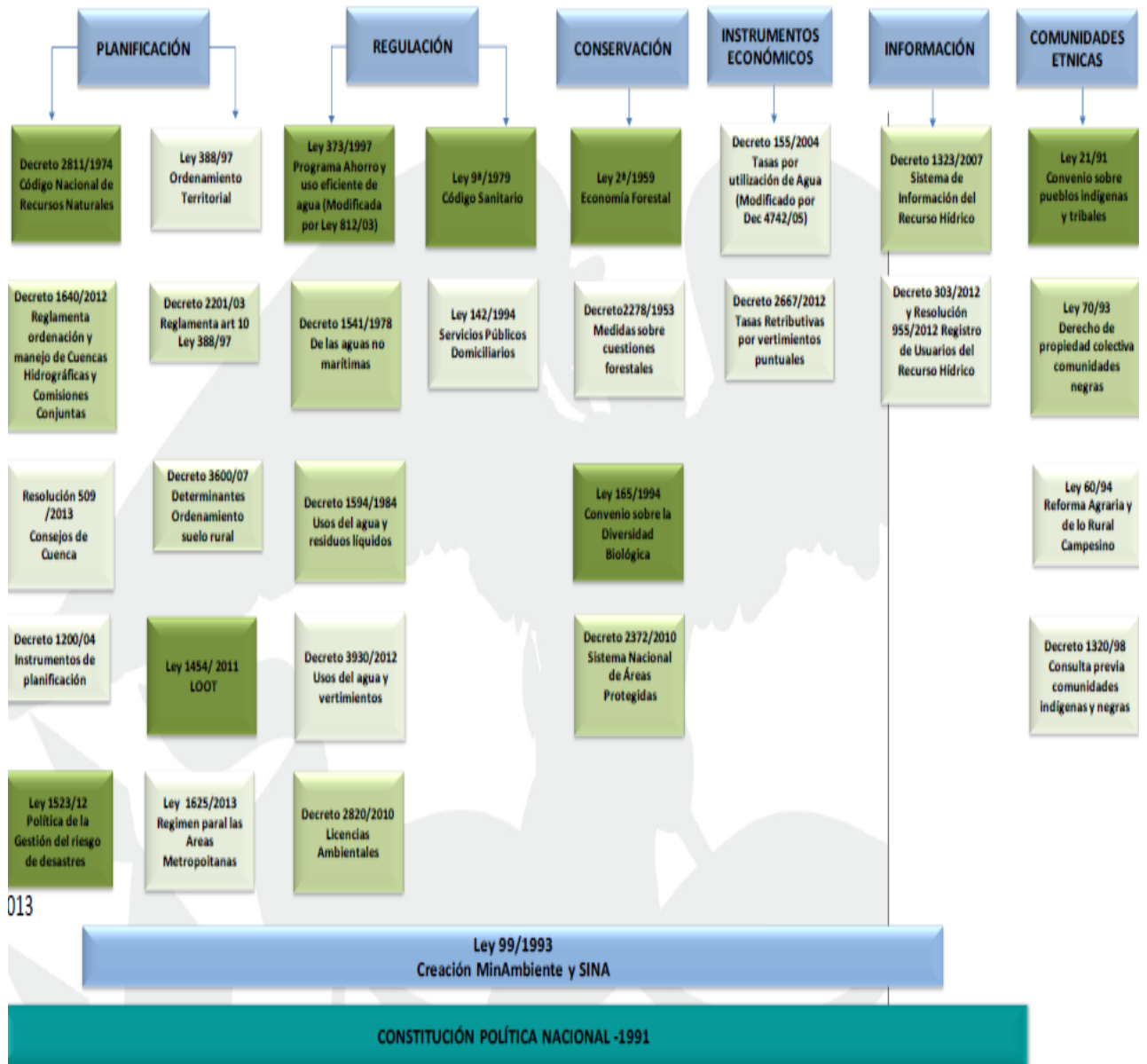
que estas necesidades puedan ser satisfechas, no solo en el presente sino también para las futuras generaciones.

Plan de Manejo ambiental: establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto obra o actividad; incluye también los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo y los de contingencia.

Zonificación Ambiental: diagnóstico ambiental del área que busca comprender e interpretar los procesos ecológicos, mediante la caracterización del medio físico, biótico y de infraestructura social. En la caracterización de los ecosistemas se resumen las características físicas, bióticas, y sociales de los sistemas ecológicos de la región, con el fin de determinar su aptitud natural y su funcionabilidad (SERCITEC & Geoingeniería, 2002).

3.3 MARCO LEGAL

Figura 1. Marco normativo para la Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas en Colombia



Fuente: MADS, 2013

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 LOCALIZACIÓN

La Microcuenca quebrada Angosturas desciende por un valle estrecho, formando meandros y terrazas aluviales en las cuales se cultivan principalmente papa, ajo y Cebolla

La Microcuenca quebrada Angosturas objeto de este estudio, es el principal afluente del río Servitá, comienza desde los 3482,26013msnm, y va hasta los 4532,956125 msnm.

Figura 2. Ubicación de la Microcuenca quebrada Angosturas

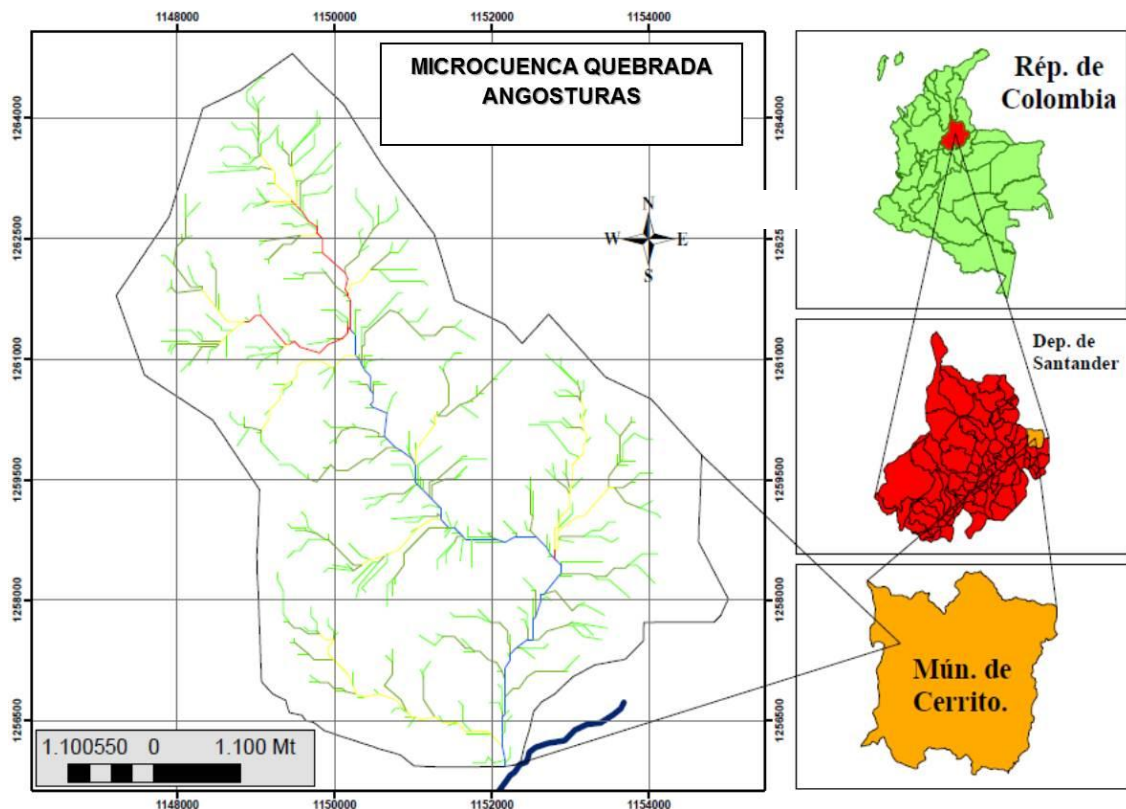
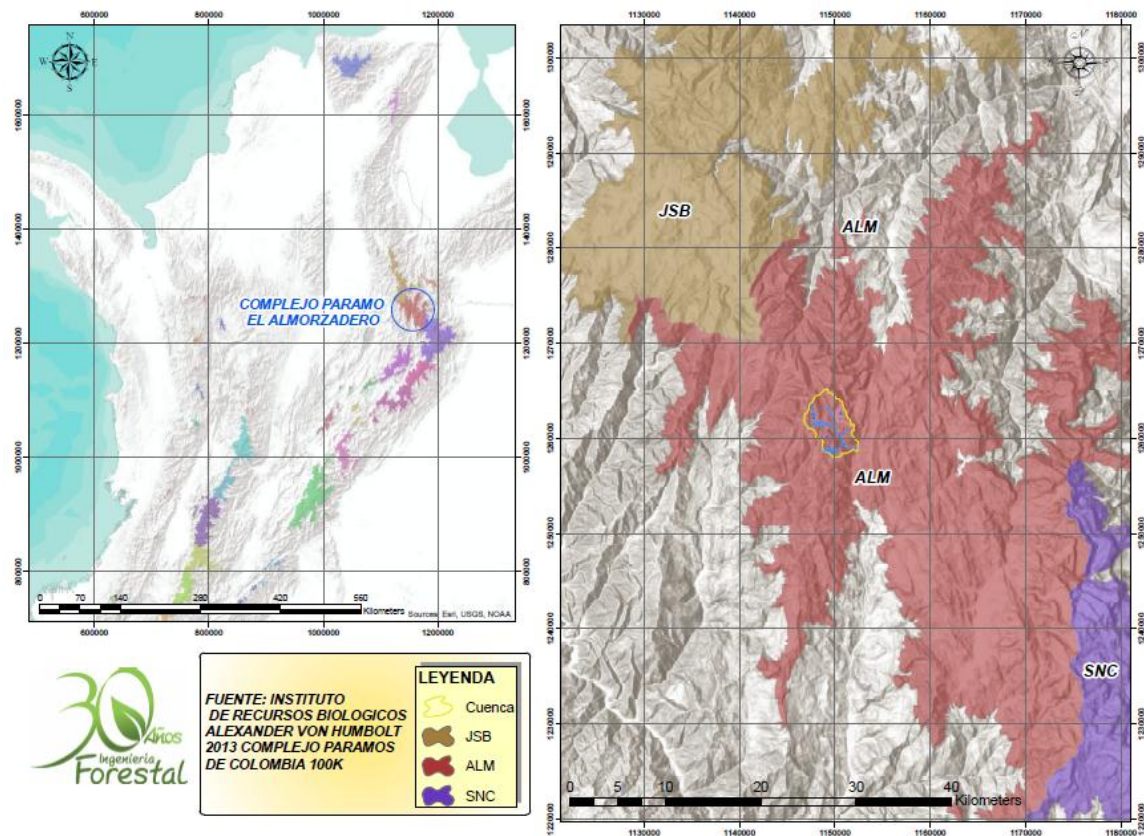


Figura 3. Ubicación de la Microcuenca quebrada angosturas dentro del páramo del Almorzadero



La Microcuenca quebrada Angosturas, se encuentra dentro del complejo páramo el Almorzadero (ALM)

4.2 TIPO DE ESTUDIO

Se desarrolló una metodología investigativa participativa, ya que se identificaron mediante salidas de campo, información primaria y secundaria, problemáticas y soluciones a implementar en la Microcuenca río Angosturas.

Esta metodología está orientada a la producción de conocimiento, vinculando los aportes de la ciencia y el saber de la comunidad residente en la zona de estudio,

logrando intercambios constructivos y enriquecedores entre investigadores y comunidad a través de una interacción que proporciona un papel activo a la comunidad.

4.3 POBLACION Y MUESTRA

4.3.1 Población: según el plan de desarrollo del municipio del cerrito, el total de habitantes registrados en los diferentes sistemas de identificación de personas como SISBEN, registro indígena y registro de desplazamiento, suman un total de 6028 personas, de las cuales 55.2% hace parte del sector rural, y el porcentaje restante conforma el sector urbano.

Según datos suministrados por planeación municipal, el número de habitantes que hacen parte de la Microcuenca quebrada Angosturas es de 348, y los núcleos familiares están conformados en promedio de a 4 a 5 personas, lo cual nos dice que existen unas 70 familias.

4.3.2 Muestra: la muestra se determinó mediante la fórmula de Murray y Larry 2005.

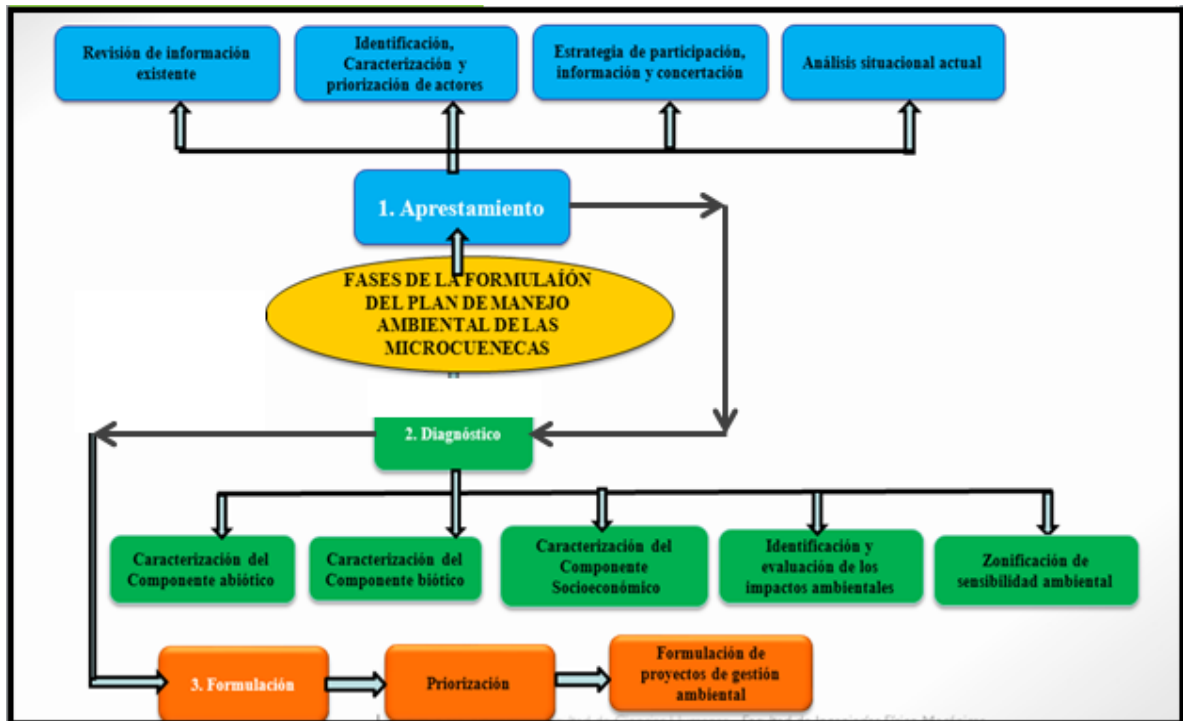
$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * p * q}$$

Dónde:

- N = Total de la población
 - $Z\alpha = 1.96$ (si la seguridad es del 95%)
 - p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)
 - q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)
 - d = precisión (para este tipo de investigaciones se usa un 5%).
- n= 35, tamaño de la muestra es igual a 35, por lo que se realizaron 35 encuestas. (Anexo 1).

4.4 METODOLOGÍA

Figura 4. Diseño metodológico



Según el Decreto 1640 de 2012, coherente con la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico -PNGIRH, plantea la estructura para la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos en cuatro niveles:

4.4.1 Áreas hidrográficas o macrocuencas: corresponden a las cinco macrocuencas o áreas hidrográficas del país (Magdalena-Cauca, Caribe, Orinoco, Amazonas y Pacífico) que son objeto de Planes Estratégicos, instrumentos de planificación ambiental de largo plazo con visión nacional y constituyen el marco de formulación, ajuste, y/o ejecución de los diferentes instrumentos de política, planeación, gestión y seguimiento existentes en cada una de ellas, los Planes Estratégicos se formularán a escala 1: 500.000.

4.4.2 Zonas hidrográficas: corresponden a las definidas en el mapa de zonificación hidrográfica de Colombia, las cuales son el espacio para monitorear el estado del recurso hídrico y el impacto que sobre éste tienen las acciones desarrolladas en el marco de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. El instrumento de planificación de las zonas hidrográficas es el Programa Nacional de Monitoreo Recurso Hídrico.

4.4.3 Subzonas hidrográficas o su nivel subsiguiente: corresponde a las cuencas objeto de ordenación y manejo, definidas en el mapa de zonificación hidrográfica del IDEAM, en la cuales se formularán e implementarán los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA).

4.4.4 Microcuencas y acuíferos: corresponde a las cuencas de orden inferior a las subzonas hidrográficas o su nivel subsiguiente que no hagan parte de un POMCA, así como, los acuíferos prioritarios; estos serán objeto de Planes de Manejo Ambiental.

Por tal razón la Microcuenca quebrada Angosturas, será objeto de un plan de manejo ambiental, basándonos en la guía técnica para la formulación y los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, expedida por el ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible en el año 2014 y decreto 1640 de 2012, el cual en el capítulo 1 del título 5 define las fases a realizar en un plan de manejo ambiental. Se llevaron a cabo las siguientes fases:

4.4.5 Aprestamiento: para el desarrollo de esta etapa se llevaron a cabo recorridos de campo en la zona de influencia de la Microcuenca quebrada Angosturas con la finalidad de identificar las características físicas de la zona, tener acercamiento con las comunidades pertenecientes al área objeto de estudio, y plantear la mejor metodología de trabajo.

Se desarrollaron actividades de recopilación, revisión, valoración y análisis de información secundaria correspondiente a la zona de estudio. La cartografía se obtuvo del IGAC complementándola con fotografías aéreas, información del EOT del municipio de Cerrito, información suministrada por planeación municipal, la CAS, y demás material bibliográfico necesario.

Se analizó la cartografía del departamento y municipio para así delimitar el área de influencia de la Microcuenca río Angosturas en la cual se realizó el estudio.

4.4.6 Fase de diagnóstico: el diagnóstico tiene múltiples propósitos entre ellos:

- Conocer cómo funciona la Microcuenca y como se valoran sus características y cualidades.
- Identificar la vocación o capacidad de uso o soporte de la Microcuenca (insumo para la zonificación ambiental)
- Determinar y valorar la problemática, conflictos y limitantes de la Microcuenca.
- Analizar las causas y los efectos de los problemas identificados.
- Identificar y valorar las alternativas de solución de los problemas y las formas de enfrentar los limitantes.
- Determinar las potencialidades y oportunidades que existen en la Microcuenca.
- Determinar las tendencias y proyecciones de los problemas y potenciales de la Microcuenca.
- Identificar las estrategias para superar las restricciones, conflictos y problemas de la Microcuenca.
- Determinar la línea base de referencia para monitorear y evaluar las intervenciones en la Microcuenca.

- Sustentar el plan de manejo ambiental de la Microcuenca sobre bases reales, objetivas e integrales.

Realizando encuestas, entrevistas, reuniones con la comunidad y visitas de campo, se determinaron las características y estado actual de los componentes físicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y ambientales del área de influencia de la Microcuenca.

La fase de diagnóstico se centró en los siguientes aspectos:

• **Componente abiótico**

Precipitación pluvial: los cálculos de **precipitación media anual**, se obtuvieron de datos históricos 10 años (2004-2014) obtenidos del IDEAM de la estación climatológica ubicada en la granja de Tinagá, la cual está muy cerca de la zona de estudio.

Isoyetas: una isoyeta es una línea curva que une los puntos que tienen igual precipitación, en este sentido es análoga a las curvas de nivel. El procedimiento para el cálculo es el siguiente:

1. Por facilidad se puede partir de los triángulos contruidos en el método de los polígonos de Thiessen. Se debe tener en cuenta el valor de precipitación de cada uno de los pluviómetros.
2. Se asume que la precipitación varia en forma lineal entre uno y otro pluviómetro, es decir sobre la línea que los une se puede trazar a intervalos regulares la curva que hace falta.
3. Se grafican las isoyetas
4. Se calcula en área formada por dos isoyetas consecutivas.

Para estos cálculos, se tomaron datos históricos de 10 años (2004-2014) obtenidos del IDEAM, de las estaciones climatológicas ubicadas en:

- Granja de Tinagá.

- Longitud: 72°42'0"W

- Latitud: 06°50'0"N

- Elevación: 2698 m.s.n.m

- Municipio de Cilos.

- Longitud: 72°45'W

- Latitud: 07°12'N

- Elevación: 2765 m.s.n.m.

- Municipio de Pamplona.

- Longitud: 72°38'W

- Latitud: 07°22'N

- Elevación: 2340 m m.s.n.m.

- Municipio de Carcasí

- Longitud: 72°35'27.0"W

- Latitud: 6°39'12.0"N

- Elevación: 2310 m.s.n.m.

Temperatura: para el cálculo de la temperatura media, se tomaron datos históricos de 10 años (2004-2014) de valores mensuales mínimos, máximos y medios de temperatura, los cuales se obtuvieron a través del IDEAM, de la estación climatológica ubicada en la granja de Tinagá del municipio del Cerrito, muy cerca de la zona de estudio.

Isotermas: una isoterma es una curva que une los vértices que presentan la misma temperatura en la unidad de tiempo considerada, se utilizó una

interpolación que realiza una ponderación de distancia inversa estimando los valores promedios de celdas a los que posteriormente se le calculó el área entre puntos con igual temperatura.

Para la obtención de la temperatura para estos cálculos, se tomaron datos históricos de 10 años (2004-2014) obtenidos del IDEAM, de las estaciones climatológicas ubicadas en:

- Granja de Tinagá.

- Longitud: 72°42'0"W

- Latitud: 06°50'0"N

- Elevación: 2698 m.s.n.m

- Municipio de Cilos.

- Longitud: 72°45'W

- Latitud: 07°12'N

- Elevación: 2765 m.s.n.m.

- Municipio de Pamplona.

- Longitud: 72°38'W

- Latitud: 07°22'N

- Elevación: 2340 m m.s.n.m.

Velocidad del viento: para este cálculo, se tomaron datos históricos de 10 años (2004-2014) de valores mensuales mínimos, máximos y medios de la velocidad del viento, los cuales se obtuvieron a través del IDEAM, de la estación climatológica ubicada en la granja de Tinagá del municipio del Cerrito, muy cerca de la zona de estudio.

Granja de Tinagá.

- Longitud: 72°42'0"W

- Latitud: 06°50'0"N
- Elevación: 2698 m.s.n.m

Humedad relativa: para este cálculo, se tomaron datos históricos de 10 años (2004-2014) de valores mensuales mínimos, máximos y medios de la humedad relativa, los cuales se obtuvieron a través del IDEAM, de la estación climatológica ubicada en la granja de Tinagá del municipio del Cerrito, muy cerca de la zona de estudio.

Granja de Tinagá.

- Longitud: 72°42'0"W
- Latitud: 06°50'0"N
- Elevación: 2698 m.s.n.m

Brillo solar: para este cálculo, se tomaron datos históricos de 10 años (2004-2014) de valores mensuales mínimos, máximos y medios de la velocidad de brillo solar, los cuales se obtuvieron a través del IDEAM, de la estación climatológica ubicada en la granja de Tinagá del municipio del Cerrito, muy cerca de la zona de estudio.

Granja de Tinagá.

- Longitud: 72°42'0"W
- Latitud: 06°50'0"N
- Elevación: 2698 m.s.n.m

Transpiración: es la evaporación de humedad por el follaje, la cual depende de las condiciones meteorológicas, de las condiciones de las plantas y de las condiciones hídricas del suelo, se tomó peso verde y peso seco del follaje de una especie vegetal representativa de la zona, para el cálculo de la transpiración.

Este cálculo se realizó utilizando los siguientes parámetros:

Peso al ser cortada la muestra de follaje

Peso de la muestra de follaje después de 25 minutos= 68 gr

Evapotranspiración: para este cálculo se utilizó el método de Thornthwaite. Los cálculos de Thornthwaite (1948) están basados en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días del mes. El método es muy empleado en hidrología y en la estimación del balance hídrico para climatología e hidrología de cuencas. También es empleado en los índices y clasificaciones climáticas.

1. Se calcula un índice de calor mensual (i) a partir de la temperatura media mensual (t):

$$i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1,514}$$

2. Se calcula el índice de calor (I) sumando los 12 valores de i:

$$I = \sum i$$

3. Se calcula la ETP mensual sin corregir mediante la fórmula:

$$ETP_{sin\ corr.} = 16 \left(\frac{10.t}{I} \right)^\alpha$$

Dónde:

ETP sin corrección = ETP mensual en mm/mes para meses de 30 días y 12 horas de sol (teóricas)

t= temperatura media mensual en °C

I= índice de calor anual, obtenido en el punto 2

$\alpha = ((6.75 \times (10^{-9}) \times (I^3)) - ((771 \times (10^{-7}) \times (I^2))) + ((1792 \times (10^{-5}) \times I) + 0.49239)$

4. Corrección para el nº de días del mes y el nº de horas de sol

$$ETP = ETP_{sin\ corr.} \frac{N}{12} \frac{d}{30}$$

Donde

N= número máximo de horas de sol, dependiendo del mes y de la latitud

d= número de días del mes

Balance hídrico: se realizó el balance hídrico de la Microcuenca, para determinar si presenta déficit o exceso de agua a lo largo del año, esto es las ganancias que obtiene a causa de la precipitación comparándolas con las pérdidas a causa de la evaporación de la superficie del suelo y la transpiración de las plantas.

• **Análisis morfométrico**¹¹:

Área: es la medida de la superficie de la cuenca, encerrada por la divisoria topográfica. Se considera como el área que contribuye con la Escorrentía superficial y está delimitada por la divisoria topográfica.

Perímetro: Es la medición de la línea envolvente del área.

Longitud Axial: Es la distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano de la cuenca. Es el mismo eje de la cuenca.

$$\text{Ancho Promedio: } \frac{\text{Área}}{\text{Longitud axial}}$$

Forma de la Cuenca

¹¹ GAVILÁN, Germán Eduardo. Características morfométricas de cuencas. Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial de Santander, Curso de hidrología Ambiental- Especialización ingeniería Ambiental, s.n.e, 2014.p.13.

$$\text{Factor forma} = \frac{\text{Ancho promedio}}{\text{Longitud axial}}$$

Da alguna indicación de la tendencia de la cuenca a crecidas. Los factores de forma bajos son menos propensos a tener lluvias intensas y simultaneas sobre su superficie.

$$\text{Coeficiente de compacidad (Kc)} = \frac{P}{2\sqrt{(\pi A)}}$$

Donde,

P = perímetro de la cuenca

A = área de la cuenca

Está relacionado estrechamente con el tiempo de concentración, es decir con el tiempo que tarda una gota de lluvia en moverse desde la parte más lejana de la cuenca hasta el desagüe.

Si el kc tiende a 1 o cuando la cuenca tiende a ser redonda, aumenta la peligrosidad de la cuenca a las crecidas.

Tabla 1. Clases de forma

Clase de forma	Rangos de clase	Forma de la cuenca
Clase Kc1	1 – 1,25	Casi redonda a oval – redonda.
Clase Kc2	1,25 – 1,50	Oval redonda a oval – oblonga.
Clase Kc3	1,50 – 1,75	Oval oblonga a rectangular – oblonga.

Fuente: HENAO ,1998.

Otros índices de Forma:

$$\text{Índice de alargamiento (La)} = \frac{L}{1}$$

L: longitud máxima de la cuenca

1: Ancho máximo (tomado perpendicularmente a la dirección anterior)

Índice de homogeneidad:

$$I_h = S/S_z$$

I_h: índice de homogeneidad

S: área de la cuenca

S_z: superficie del rectángulo con dimensiones L y P

L; longitud máxima de la cuenca

P; ancho máximo de la cuenca.

Este índice se obtiene relacionando el área de la cuenca con la de un rectángulo que tiene por eje mayor la longitud máxima de la cuenca y por eje menor el ancho máximo de la cuenca.

$$\text{Índice Asimétrico (Ad)} = \frac{A_{v \text{ máx}}}{A_{v \text{ mín}}}$$

Si el Ad se acerca a 1, el drenaje se considera homogéneo de una vertiente a otra.

Si el Ad es mayor a 1, el talweg principal no se encuentra en el centro de la cuenca, presumiéndose un recargo de la red de drenaje hacia una de las vertientes.

Profundidad de la Cuenca: es aquella comprendida entre el dosel de la cubierta vegetal, exteriormente y los estratos geológicos que delimitan la cuenca hacia abajo

Elevación o altitud de la Cuenca: es uno de los factores físicos que facilita el análisis del movimiento del agua en una cuenca. Están directamente relacionados con la precipitación y temperatura.

Altitud media: existen dos métodos:

Intersección: la altitud media de la cuenca se toma como el promedio de altitud de todas las intersecciones. Se usa principalmente para cuencas extensas.

Se determina el área entre una curva de nivel y la siguiente. Luego se aplica la fórmula:

$$E = \frac{\sum a \cdot e}{A}$$

E: elevación media

a: área entre un par de curvas de nivel

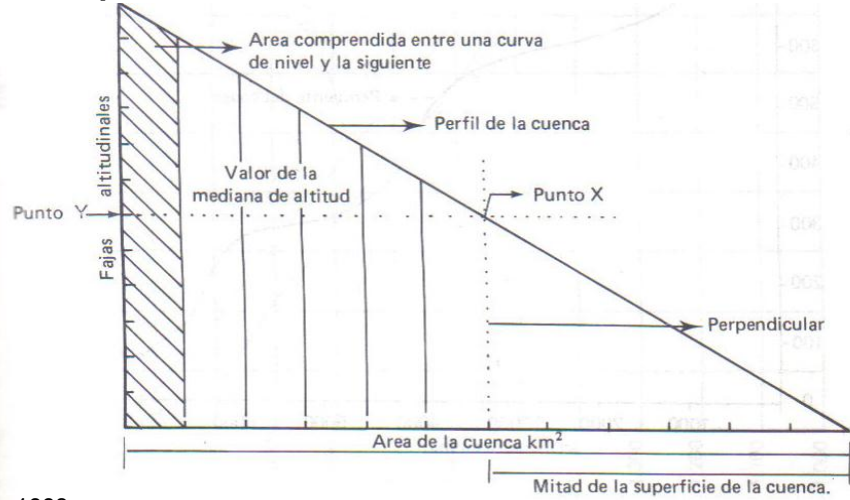
e: altitud media (rango entre curvas de nivel)

A: área de la cuenca

Mediana de altitud: Se determina por medio de una curva hipsométrica, la cual se obtiene de la siguiente manera: en un sistema de coordenadas, en el eje de las abscisas se coloca el porcentaje del área acumulada en cada curva de nivel y en las ordenadas, se coloca la altitud de cada una de las fajas altitudinales (isohipsas).

En la mitad del eje de las abscisas se levanta una perpendicular que corta la línea de perfil de la cuenca en un punto X a partir de ese punto se traza una línea paralela al eje de las abscisas que corta el eje coordenado en el punto Y, el valor que se lee en el punto Y es el valor de **la mediana de altitud**.

Figura 5. Curva hipsométrica de la cuenca



Fuente: HENAO, 1998.

Pendiente de la Cuenca: se obtiene relacionando las diferentes alturas por donde pasa el río (curvas de nivel) con las distancias recorridas en metros. Para efectos prácticos se utiliza siempre la pendiente media. Existen dos métodos:

Determinación de la pendiente del terreno.

$$S = \frac{NZ}{1}$$

N: número total de curvas de nivel atravesadas por líneas en esa dirección

Z: Intervalo entre curvas de nivel

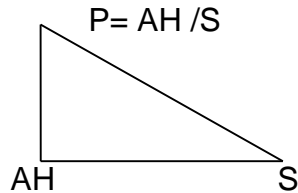
1: Longitud total de líneas en esa dirección

Mediante un mapa topográfico

$$P_m = \frac{(P_1 \times S_1) + (P_2 \times S_2) + (P_3 \times S_3) + \dots + (P_n \times S_n)}{S_1 + S_2 + \dots + S_n}$$

P1, P2...= pendientes medias que caracterizan a las superficies S1, S2, etc, comprendidas entre curvas de nivel contiguas.

S1, S2 = superficie entre curvas de nivel



Altitud media: se presenta para encontrar un coeficiente que evalúe las características del relieve y su relación con la erosión.

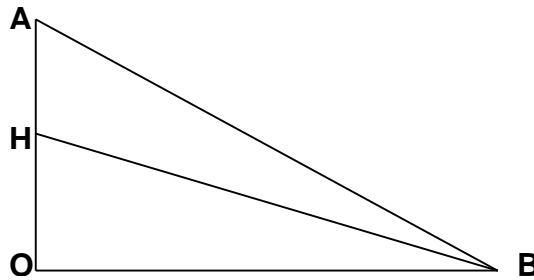
Tabla 2. Tabla 2. Clasificación descriptiva pendientes

Pendientes medias %	Relieve
0 - 3	Plano
3 - 7	Suave
7 - 12	Mediano
12 - 20	Accidentado
20 - 35	Fuerte
35 - 50	Muy fuerte
50 - 75	Escarpado
Mayor de 75	Muy escarpado

Fuente: HENAO, 1998.

Coeficiente de Masividad de Martonne: es el coeficiente de la división de la altura media del relieve por su superficie proyectada.

Figura 6. Curva Hipsográfica coeficiente de masividad.



Fuente: HENAO, 1998.

Coeficiente Orográfico: es la combinación que se efectúa entre la altura media de las cuencas y su coeficiente de Masividad.

Índice de Masividad de Strahler: establecido la construcción de un tipo especial de curvas hipsográficas relacionando dos variables: El porcentaje de superficie de curva situado por encima de una altitud dada y el porcentaje de altitud situado por encima de un nivel de base escogido.

Orientación de la cuenca: determina la cantidad de sol que recibe la cuenca durante el día y el ángulo de los rayos solares sobre la misma.

N – S: no reciben insolación uniforme en las dos vertientes durante todo el día

E – W: Reciben insolación durante todo el día

Métodos de análisis morfométricos de la red de drenaje de una cuenca.

Forma: es la distribución o arreglo geométrico de los tributarios que integran la red hidrográfica.

Morfometría Hidrográfica: es el estudio de la disposición de los cauces de las corrientes fluviales y de las redes de drenaje, mediante índices numéricos que lo definen.

Sistemas de Drenaje: según Schumm da el orden número 1, al escurrimiento menor, o sea, aquel que no pasa de ser tributario o talweg elemental, el río de segundo orden se forma de la unión de dos afluentes de primer orden. A la confluencia de dos cursos de segundo orden, comienza un río de tercer orden, que puede, el mismo tener otros afluentes de segundo y tercer orden, etc. El río principal de la cuenca tiene el orden más elevado.

Según Horton: el escurrimiento de primer orden es aquel que carece de tributarios, el talweg de segundo orden es el que recibe al menos uno, o varios tributarios, del primer orden; talweg de tercer orden, es el que lo confluyen uno o varios afluentes de segundo orden, pero él puede recibir directamente afluentes de primer orden y así sucesivamente hasta la corriente principal de la cuenca considerada que posee, el orden más elevado.

Ley de Horton del número de ríos:

$$N = \frac{rb \times (S - 1)}{rb - 1}$$

N: Número total de ríos

rb: Relación de confluencias

S: Orden talweg principal

Ley de longitudes medias de los ríos:

$$rL = \frac{Lx}{Lx - 1}$$

Lx: Longitud media de los ríos de orden X

rL: relación de su longitud

Tercera ley de Horton, cálculo de la densidad de drenaje:

$$Dd = \frac{Lx}{A}$$

Dd: densidad de drenaje

A: área de la cuenca

Calculo práctico de la ley de drenaje.

$$Dd = \frac{L1 + L2 + \dots Ls}{A}$$

L1: longitud media del primer orden

Frecuencias de talwegs de una cuenca

$$Fx = \frac{Nx}{A}$$

Nx: número de ríos de un orden dado

A: área de la cuenca

Superficie umbral de escurrimiento: es el área mínima necesaria para que haya un gasto total que produzca escurrimiento concentrado.

$$Ao = A^{\frac{1}{5}}$$

Ao: superficie umbral de escurrimiento concentrado

A: área de la cuenca

S: orden talweg superior.

Cantidad de agua: según el decreto 2811 de 1974 en su título 2 capítulo 1 artículo 86, toda persona tiene derecho a utilizar las aguas de dominio público para satisfacer sus necesidades elementales, las de su familia, y las de sus animales, siempre y cuando con ello no cauce perjuicios a terceros.

Caudal: para la determinación de la cantidad de agua que transporta el cauce principal de la Microcuenca quebrada Angosturas, se utilizó el método de aforo por

flotadores, el cual es un método de campo sencillo y rápido para estimar el caudal de agua que pasa en una sección transversal. Con este método se calcula las velocidades superficiales de la corriente utilizando materiales sencillos (flotadores) en este caso una bola de icopor.

Fundamento de este método: este método se fundamenta en que los objetos se mueven a la misma velocidad que el agua en la cual flotan, por consiguiente medir la velocidad del objeto siguiente es medir la de la línea de flujo en la que se mueven.

Este método no deberá ser empleado cuando se tema que la medida podría ser afectada por el viento.

La metodología seguida para la utilización de este método fue la siguiente:

Se eligieron dos puntos de sección transversal uniforme, uno en la parte media y otro en la parte baja de la Microcuenca ya que en la parte alta se hace muy difícil obtener este parámetro por las condiciones del terreno.

Los aforos se hicieron en la primera época de invierno y segunda época de verano del año 2015 utilizando una cinta métrica, una regleta de madera de 1 m de larga, una bola de icopor y un cronometro.

Se tomó un punto de referencia midiendo allí el ancho del cauce y midiendo también 2m aguas arriba y 2m aguas abajo, los cuales sería la distancia que recorrerían los flotadores, se tomaron los tiempos 5 veces para cada caso, para hacer luego un promedio.

El área mojada se halló determinando el perfil del cauce haciendo mediciones de profundidad cada 10 cm a lo ancho, y después asemejando cada sección de 10cm a un trapecio para utilizar la siguiente formula y hacer la respectiva sumatoria de áreas para finalmente hallar el área mojada.

$$A \text{ trapecio} = \frac{(\text{base mayor} + \text{base menor})(h)}{2}$$

Área total = $A_1 + A_2 + \dots + A_{22}$

Con los tiempos tomados se halló la velocidad, $v=s/t$, y posteriormente el caudal mediante la fórmula $Q = V \times A$.

Q= caudal (LPS)

A= área de sección (m²)

V= velocidad del flujo (m/s).

Afloramientos de agua: mediante información obtenida del EOT, y mediante observaciones directas y datos suministrados por la comunidad, se mencionaron todos los afloramientos presentes en la zona de influencia de la Microcuenca río Angosturas.

Calidad de agua: para este análisis se utilizaron dos frascos de vidrio previamente desinfectados, y se tomaron dos muestras, una en la parte alta o nacimiento de la Microcuenca río Angosturas, y la otra en la parte media donde se hace la captación del acueducto que va hacia el casco urbano del municipio del Cerrito, teniendo especiales cuidados de asepsia para no contaminar las muestras.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio de aguas de las empresas públicas del municipio de Málaga Santander (ESPM) autorizado mediante Res. N°004911 de Dic 14 de 2006 del ministerio de la protección social para realizar el análisis de aguas para el consumo humano según decreto 1575 de 2007 y Res 2115 de 2007. Los ensayos realizados a las muestras fueron fisicoquímico y bacteriológico (anexo b).

Conflictos por uso de agua y uso del agua superficial: se analizó si existes casos actuales o antecedentes de conflictos presentados entre vecinos por el mal uso del recurso hídrico, y se calculó el uso del agua superficial

4.4.7 Análisis de máximas avenidas o modelación hidrológica

Análisis de la precipitación máxima diaria: la información de la precipitación máxima 24 horas fue sometida al análisis de frecuencia respectivo, considerando la siguiente distribución probabilística teóricas Gumbel Tipo I; ésta es utilizada para modelar la distribución del máximo (o el mínimo), por lo que se usa para calcular valores extremos, esta función se caracteriza por ser aplicable al modelaje de tormentas lluviosas, sus parámetros se asocian a la media y a la desviación estándar de una muestra a través de coeficientes.¹²

La precipitación efectiva es la parte de la precipitación total que contribuye a la escorrentía superficial. Para simular las pérdidas de la precipitación, esto es, la cantidad de agua que se pierde por intercepción en la vegetación, almacenamiento en depósitos del suelo y por infiltración, se utilizó el método del número de curva (CN) del SCS (Soil Conservation Service). Chow et al. 1994 citado en Parra E, 2012¹³

El Soil Conservation Service (SCS) desarrolló en la década de los setenta un método empírico para el cálculo de la transformación de lluvia-escorrentía, que surgió de la observación del fenómeno hidrológico en distintos tipos de suelo en varios estados y para distintas condiciones de humedad antecedente. Para estandarizar estas curvas, se definió un número adimensional de curva CN, para superficies impermeables y de agua CN = 100; y para superficie sin escurrimiento CN = 0.

¹² CHAVARRI, Ernesto. Estudio hidrológico identificación de zonas de riesgo en los distritos de lima cercado y el agustino, lima metropolitana, provincia de lima [online]. Lima, Perú: Cooperazione Internazionale, 2009. 38p. [Consultado Noviembre de 2015] Disponible en http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/204416/01R_ZONAS_CRITICAS_LIMA.pdf/96e5cf90-84a8-4a8e-b922-3febc07abfe6

¹³ PARRA, Emerson. Modelamiento y manejo de las interacciones entre la hidrología, la ecología y la economía en una cuenca hidrográfica para la estimación de caudales ambientales [online]. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2012. p. 22–24. [Consultado Noviembre 20 de 2015] Disponible en http://www.bdigital.unal.edu.co/9163/1/71194057.2013._Parte1.pdf

Los CN¹⁴ han sido tabulados por el SCS en función del tipo de suelo y el uso de la tierra. Existen 4 grupos hidrológicos de suelo:

- Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
- Grupo B: Suelos poco profundos depositados por el viento, franco arenosa.
- Grupo C: Franco arcillosas, franco arenoso poco profundas, suelos con alto contenido de arcilla.
- Grupo D: Suelos expansivos, arcillas altamente plásticas.

De acuerdo a los parámetros anteriores, podemos clasificar el uso del suelo como un área de pastos limpios y afloramiento rocoso principalmente. El grupo hidrológico se puede asumir como un intermedio entre el B y el C. De tal manera que, para la cuenca de estudio, se utilizará un CN de 83.72.

El método de abstracciones de la Soil Conservation Service (SCS), también conocido como número de curva de escorrentía CN, fue desarrollado para el cálculo de las abstracciones de una tormenta. En este método, la profundidad de escorrentía o precipitación efectiva está en función de la precipitación total y de un parámetro de abstracción referido al número de curva o CN, cuyos valores fluctúan entre 1 y 100. El método del número de curva se desarrolla en base a datos de precipitación y escorrentía de 24 horas. Esto mismo limita el cálculo de la precipitación efectiva, y no toma explícitamente en consideración las variaciones temporales de intensidad de lluvia.

Hidrograma unitario del SCS.: el método del hidrograma unitario del SCS fue originalmente desarrollado a partir de datos observados en pequeñas cuencas

¹⁴ MARTÍNEZ, Pedro. Metodología para el estudio de avenidas en ramblas de cuencas mediterráneas utilizando SIG. [online] Cartagena, Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena, 2007. p. 59–61. [Consultado Diciembre 05 de 2015] Disponible en: http://www.upct.es/hidrom/publicaciones/Tesis_pfc/PFC_PedroMartinez_2007.pdf

agrícolas de los Estados Unidos. En este hidrograma el caudal de descarga para un tiempo cualquiera es función del caudal pico y del tiempo al pico del hidrograma producido. El caudal pico es a su vez función del tiempo al pico y del área de la cuenca. Por lo tanto es el tiempo al pico el parámetro que define el hidrograma.¹⁵

Descripción del modelo hidrológico HEC-HMS: el modelo HEC-HMS (Hydrologic Modeling System) es un modelo lluvia-escorrentía, desarrollado por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineers (USACE), que está diseñado para simular el hidrograma de escorrentía que se produce en un determinado punto de la red fluvial como consecuencia de un periodo de lluvia.

Está diseñado para simular el hidrograma de escorrentía que se produce en un determinado punto de la red fluvial como consecuencia de un periodo de lluvia. En este trabajo se ha utilizado el HEC-HMS 4.0 (HEC, 2014). La simulación de la red de drenaje de una cuenca constituye la base del modelo. Todas las demás opciones están desarrolladas sobre la capacidad de cálculo de hidrogramas en cualquier punto de la cuenca (Viessman, 1996 citado en González et al. 2010)¹⁶ Los componentes del modelo se basan en relaciones matemáticas simples que tratan de representar los procesos que intervienen en la generación y circulación de los hidrogramas de escorrentía: pérdidas, transformación del exceso de lluvia en caudal de salida de la cuenca, adición del flujo base, circulación del hidrograma por el cauce, entre otros figura

Suelo: por la gran recarga hídrica que presenta la parte alta de la Microcuenca no se realizó ningún tipo de intervención allí. Mediante calicatas hechas en la parte

¹⁵ EUROMONEY INSTITUCIONAL COMPANY. Estudio hidrológico para la cuenca del estero los monos en el sector de la nueva planta de acero Adelca [online]. Guayaquil, Ecuador: GEOGISCORP S.A, 2010. p.37 -39. [Consultado Noviembre de 2015] Disponible en <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=39275951>

¹⁶ GONZÁLEZ; [... y otros]. Análisis del modelo HEC-HMS para la simulación de las avenidas del río Arga en Pamplona [online] Pamplona, España: Universidad Pública de Navarra, 2012. p.19. [Consultado Noviembre de 2015] Disponible en <http://www.scielo.cl/pdf/oyp/n12/art02.pdf>

media y baja de la Microcuenca, se analizaron todas las propiedades físicas de los suelos como son: textura (mediante el método de tamizado), estructura, consistencia, profundidad efectiva, color.

Análisis físico químico del suelo de la Microcuenca: para la toma de muestras de suelo, se eligieron sitios en los cuales la intervención antrópica hubiera sido la menor posible, alejados de caminos, cultivos, sitios de pastoreo; también se evitó comer, manipular cualquier producto que pudiera alterar las propiedades de las muestras tomadas; la muestra final fue liberada de raíces, piedras, insectos, etc.

Se eligieron dos muestras, una de la parte media y otra de la parte baja. Para cada una de ellas se eligieron submuestras de sitios homogéneos, mezclándolas luego para obtener una muestra representativa de toda la zona, luego se mezclaron la de la parte media y la parte baja de la Microcuenca y se obtuvo una sola muestra la cual se envió para su respectivo análisis a la **CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3, KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA (CUNDINAMARCA) CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA, CORPOICA.**

Contenido de humedad en el suelo: para el cálculo de este parámetro, se pesó una muestra de suelo en húmedo, la cual se extrajo de las calicatas echas para análisis de propiedades físicas, luego se pesó, y después de 1 mes cuando la muestra estaba totalmente libre de humedad se volvió a pesar, realizando el siguiente calculo:

$$\text{contenido de humedad} = \frac{(\text{peso humedo} - \text{peso seco}) \times 100}{\text{peso humedo}}$$

Uso actual del suelo: para el análisis del uso actual del suelo de la Microcuenca se obtuvo una imagen satelital de internet mediante Google Earth, para posteriormente delimitar las unidades de cobertura y así agruparlas en sus usos mayores según el IDEAM 2010

Uso potencial del suelo: el uso potencial del suelo se hizo analizando el mapa de pendientes de la Microcuenca el cual se realizó mediante modelo digital de elevación terrestre (DEM) y el mapa geomorfológico; seguido esto estos dos mapas se relacionaron y ponderaron para obtener el uso potencial.

Conflictos de usos del suelo: para la obtención del conflicto de usos, se superpusieron las dos capas generadas anteriormente en el mapa de uso actual y uso potencial, y el resultado es el conflicto de usos del suelo.

Geología: el análisis geológico se hizo mediante información obtenida del EOT (esquema de ordenamiento territorial) del municipio del Cerrito, digitalizando la información posteriormente mediante el software SIG (Sistema de información geográfico) ArcGis en su versión 10.2.2.

Geomorfología: el análisis geomorfológico se hizo mediante información obtenida del EOT (esquema de ordenamiento territorial) del municipio del Cerrito, digitalizando la información posteriormente mediante el software SIG (Sistema de información geográfico) ArcGis en su versión 10.2.2.

• **Componente biótico**

Análisis de coberturas: este parámetro se hizo según la clasificación **Corina Land Cover 2010** adaptada para Colombia.

Formaciones vegetales: esta clasificación se hizo a partir de las categorías de clasificación de formaciones vegetales formulada por Cuatrecasas, y el sistema de clasificación de Holdridge.

Sistema de clasificación de zonas de vida (Holdridge), realizó una clasificación de zonas de vida, según su comportamiento bioclimático. Las zonas de vida son una división mayor de la superficie terrestre, antecedente de los actuales biomas. Holdridge las definió como “un grupo de asociaciones vegetales dentro de una

división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisionomía similar en cualquier parte del mundo”.

Bases del Sistema de Holdridge: Está basado en la vegetación y fisionomía, mas no en la composición florística. Los factores principales que tuvo en cuenta fueron la precipitación y la biotemperatua.

El Sistema de Holdrige está basado en tres parámetros:

1. Biotemperatua media anual: determina el crecimiento de las plantas, que oscila entre los 0 y 30°Centígrados.
2. Precipitación: generalmente se mide en milímetros (mm) anuales.
3. Evapotranspiración potencial: relación entre la precipitación media anual y la evapotranspiración, el cual determina el índice de humedad.

El sistema de Holdridge hizo grandes aportes al conocimiento de los efectos del calor, mediante el estudio de la biotemperatura.

Determinación de zonas de vida: Las zonas de vida se pueden determinar al determinar los siguientes datos:

Precipitación total anual

Temperatura media anual

Altitud del lugar

Flora: con la ayuda de fotografías aéreas se hizo éste análisis; en la clasificación ecológica se tuvo como referente las formaciones vegetales complementándola con las salidas echas a campo. También se hizo una descripción florística de las especies presentes en la zona, para obtener un estudio detallado, con el fin de analizar en qué estado se encuentra el sitio comparándolo con un ecosistema de referencia, y así formular el plan de manejo para recuperación de zonas degradadas y protección de componentes bióticos y abióticos.

Metodología: se desarrolló una localización aleatoria de unidades muestrales, aunque es quizás la forma más ineficiente de distribución muestral, pero la zona está tan intervenida que se hace difícil encontrar parcelas para muestreo, el área se está quedando sin vegetación y elaborar un análisis de este tipo se torna complicado, convirtiéndose éste en el único muestreo que puede garantizar la representatividad estadística de las especies de la zona.

Para el muestreo de las parcelas se tomaron las formaciones vegetales halladas anteriormente, generando dos caracterizaciones, una en la zona de páramo y superpáramo y la otra en la zona de subpáramo.

Según el decreto 2811 en el capítulo II en su artículo 83 en donde se establece que los cauces permanentes de mares, ríos y lagos deben tener una faja protectora paralela a la misma de aproximadamente treinta metros; En la parte alta de la Microcuenca se hicieron 3 parcelas de 15x15 m caracterizando todas las especies encontradas allí. Para hacer el análisis estructural en la parte media y baja, se elaboraron aleatoriamente a lado y lado del cauce principal 10 parcelas de 10x10 m para un total de 1000m² que representan el 0,0972 % de dicha superficie, hallando el IVI (índice de valor de importancia) formulado por Curtis & McIntosh (1951). Dentro de estas parcelas se elaboraron en la mitad de ellas parcelas de 5x5m para analizar latizal, y dentro de ellas parcelas de 3x3m para determinar el brinzal, atendiendo las recomendaciones dadas por la guía Técnica para la ordenación y el manejo sostenible de los Bosques Naturales 2001.

Figura 7. Diseño de parcelas para caracterización florística.

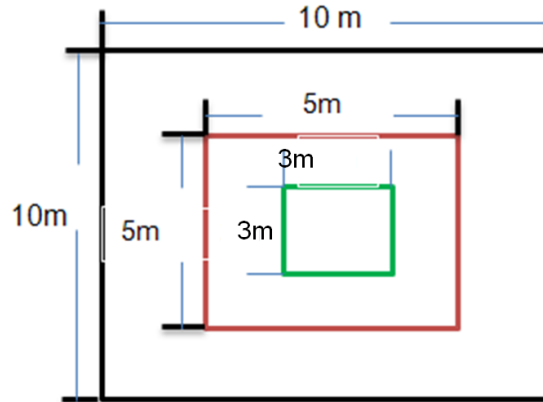


Tabla 3. Categoría de Tamaño en los Estratos

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS	TAMAÑO DE UNIDAD DE MUESTREO
Fustal	Árboles con DAP \geq 10 cm	10 x 10 m
Latizal	Plantas \geq 1,5 m de altura y DAP < 10 cm	5 x 5 m
Brinzal	Plantas de 0,30 a 1,5 m de altura	3 x 3 m

Fuente: Guía Técnica para la ordenación y el manejo sostenible de los Bosques Naturales, 2001

Abundancia: hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema). (Lamprecht, 1990)

- Abundancia absoluta (Aba) = número de individuos por especie con respecto al número total de individuos encontrados en el área de estudio (n_i)

- Abundancia relativa (Ab%)

$$Ab\% = (n_i / N) \times 100$$

Dónde:

n_i = Número de individuos de la i ésima especie

N = Número de individuos totales en la muestra

Frecuencia:¹⁷ permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La abundancia absoluta se expresa como un porcentaje (100% = existencia de la especie en todas las parcelas), la frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies

- Frecuencia absoluta (Fra) = porcentaje de parcelas en las que aparece una especie, 100% = existencia de la especie en todas las parcelas.

Frecuencia absoluta (Fra)

$$\text{Fra} = (\text{Fi} / \text{Ft}) \times 100$$

- Frecuencia relativa (Fr%)

$$\text{Fr}\% = (\text{Frani} / \text{Frat}) \times 100$$

Dónde:

Fi = Frecuencia absoluta de la iésima especie

Ft = Total de las frecuencias en el muestreo

Dominancia: se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo. Debido a que la estructura vertical de los bosques naturales tropicales es bastante compleja, la determinación de las proyecciones de las copas de los árboles resulta difícil y a veces imposible de realizar; por esta razón se utiliza las áreas basales, debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste¹⁸

¹⁷ MELO CRUZ, Omar.; VARGAS RÍOS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. [Online] Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima, 2003. p. 12-17. [Consultado en Marzo de 2016]. Disponible en: http://www.ut.edu.co/academico/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/LIBROS/evaluacion%20de%20ecosistemas%20boscosos%20%20Rafael%20vargas%20y%20Omar%20mel.pdf

¹⁸ LAMPRECHT HANS. Silvicultura en los Trópicos. Eschborn, Alemania: GTZ, 1990. p.20-45.

Bajo este esquema la dominancia absoluta es la sumatoria de las áreas basales de los individuos de una especie sobre el área especificada y expresada en metros cuadrados y la dominancia relativa es la relación expresada en porcentaje entre la dominancia absoluta de una especie cualquiera y el total de las dominancias absolutas de las especies consideradas en el área inventariada.

- Dominancia absoluta (D_a)

$$D_a = G_i / G_t$$

Dónde:

G_i = Área basal en m^2 para la i ésima especie

G_t = Área basal en m^2 de todas las especies

- Dominancia relativa ($D\%$)

$$D\% = (D_aS / D_aT) \times 100$$

Dónde:

D_aS = Dominancia absoluta de una especie

D_aT = Dominancia absoluta de todas las especies

Índice de valor de importancia (I.V.I): formulado por Curtis & Mc Intosh (1951), es posiblemente el más conocido, se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica¹⁹.

Cociente De Mezcla (CM): es el indicador de la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos totales ($S: N$ ó S / N).

El Cociente de Mezcla permite tener una idea general de la intensidad de mezcla, es decir, de la forma como se distribuyen los individuos de las diferentes especies dentro del bosque. Los valores del cociente de mezcla dependen fuertemente del

¹⁹ BRAUN BLAN QUET, J. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid, España: H. Blume Ediciones, 1974. p.542.

diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, por lo cual, sólo se debe comparar ecosistemas con muestreos de igual intensidad.

$$C.M. = \frac{S}{N} \left(\frac{\frac{S}{S}}{\frac{N}{S}} \right)$$

Dónde:

S = Número total de especies en el muestreo

N = Número total de individuos en el muestreo

Fauna: la caracterización de la fauna, se hizo mediante observaciones directas echas durante las salidas al campo, datos suministrados por la comunidad, y datos históricos corroborados por la población más longeva de la zona, realizando la clasificación taxonómica, y estado de conservación según la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza).

• **Factor socioeconómico:** mediante información secundaria obtenida del EOT del municipio de cerrito y directamente de planeación municipal del mismo municipio, encuestas y entrevistas aplicadas a la población que habita en el área de influencia de la Microcuenca quebrada Angosturas, se conoció la tenencia de la tierra, el núcleo familiar, educación, salud, servicios de vivienda, tipo de vivienda, agua, vías, cultivos, infraestructura, tratamiento de basuras, plagas existentes, animales existentes, ingresos y egresos, y participación en organizaciones comunitarias, para determinar que se puede mejorar, en que se está fallando e ir elaborando el enfoque final del plan de manejo ambiental de la parte alta de la subcuenca río Servitá.

Matriz DOFA: se puede definir como el enfrentamiento de factores internos y externos, con el propósito de generar estrategias alternativas.

La matriz D.O.F.A. es una importante herramienta de formulación de estrategias que conduce al desarrollo de cuatro tipos de estrategias: FO, DO, DA y DA. Las letras F, O, D y A representan fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Las estrategias FO se basan en el uso de las fortalezas internas de una firma con el objeto de aprovechar las oportunidades externas.

Los pasos para construir una matriz DOFA son los siguientes:

1. Hacer una lista de las fortalezas internas claves.
2. Hacer una lista de las debilidades internas decisivas.
3. Hacer una lista de las oportunidades externas importantes
4. Hacer una lista de las amenazas externas claves.
5. Comparar las fortalezas internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias FO resultantes en la casilla apropiada.
6. Cortejar las debilidades internas con las oportunidades externas y registrar las estrategias DO resultantes.
7. Comparar las fortalezas internas con las amenazas externas y registrar las estrategias FA resultantes.

• **Impactos ambientales.**

Método EPM o método arboleda para la evaluación de impactos ambientales: fue desarrollado por la Unidad Planeación Recursos Naturales de las Empresas Públicas de Medellín en el año 1986, con el propósito de evaluar proyectos de aprovechamiento hidráulico de la empresa, pero posteriormente se utilizó para evaluar todo tipo de proyectos de EPM y ha sido utilizado por otros evaluadores para muchos tipos de proyectos con resultados favorables. *Ha sido aprobado por las autoridades ambientales colombianas y por entidades internacionales como el Banco Mundial y el BID, para evaluación de impactos ambientales.*

La calificación ambiental del impacto: la calificación ambiental (Ca) es la expresión de la acción conjugada de los criterios con los cuales se calificó el

impacto ambiental y representa la gravedad o importancia de la afectación que este está causando.

El grupo que se encarga de las evaluaciones ambientales en EPM, por medio de un procedimiento analítico, desarrolló una ecuación para **la calificación ambiental** que permitió obtener y explicar las relaciones de dependencia que existen entre los cinco criterios anteriormente indicados, con el siguiente resultado:

Ca = C (P[ExM+D]), Donde:

Ca= Calificación ambiental

C= Clase,

P= Presencia

E= Evolución

M= Magnitud

D= Duración

Sin embargo, las primeras aplicaciones de la ecuación mostraron unos resultados en los que la calificación ambiental difería mucho de la que se obtenía con otras metodologías o por calificaciones asignadas por especialistas en la materia. Un análisis del asunto determinó que los criterios utilizados tenían un peso relativo diferente en la ecuación, por lo que debían ser afectados por unas constantes de ponderación que los equilibraran. Mediante un análisis de sensibilidad se determinaron las siguientes constantes de ponderación: **a = 7.0** y **b = 3.0**.

Se obtuvo entonces la siguiente ecuación para expresar la **calificación ambiental** de un determinado impacto:

Ca = C (P[axEM+bxD]), donde reemplazando los valores de **a** y **b** se obtiene:

Ca = C (P[7.0xEM+3.0xD])

De acuerdo con las calificaciones asignadas individualmente a cada criterio, el valor absoluto de **Ca** será mayor que cero y menor o igual que 10.

El valor numérico que arroja la ecuación se convierte luego en una expresión que indica la importancia del impacto asignándole unos rangos de calificación de acuerdo con los resultados numéricos obtenidos, de la siguiente manera:

Tabla 4. Calificación ambiental

CALIFICACIÓN AMBIENTAL (puntos)	IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL
≤ 2.5	Poco significativo o irrelevante
>2.5 y ≤ 5.0	Moderadamente significativo o moderado
> 5.0 y ≤ 7.5	Significativo o relevante
> 7.5	Muy significativo o grave

4.5 GESTIÓN DEL RIESGO.

4.5.1 Amenaza, susceptibilidad y riesgo a desastres naturales: el concepto de amenaza se define en la **Ley 1523 de 2012** como: “Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales”²⁰

Susceptibilidad: la susceptibilidad en los estudios de análisis y evaluación de amenazas, constituye la base inicial, el primer paso para el análisis y zonificación

²⁰ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. [Online]. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014. 104p. [Consultado enero de 2016]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/Guia-Tecnica-para-la-formulacion-de-planes-de-ordenacion-y-manejo-de-cuencas-hidrograficas-POMCAS.pdf>

de amenazas. Se entiende como la predisposición de un territorio a presentar determinados fenómenos amenazantes. De acuerdo con la naturaleza de los eventos amenazantes, cada uno de ellos tiene una fuente y una forma como se materializa en un espacio geográfico.

4.5.2 Prospectiva: la prospectiva desde el punto de vista territorial, consiste en construir una visión de futuro sobre el espacio y las relaciones socioeconómicas que allí se desarrollan. Dicha visión representa el modelo a futuro del territorio y debe partir de tres preguntas básicas: ¿Cómo será si no se hace nada? ¿Cómo podría llegar a ser? Y ¿Cómo queremos que sea?

La prospectiva como metodología de planificación en el proceso de manejo de cuencas, inicia desde las fases de conocimiento y diagnóstico del área identificando potencialidades, restricciones y limitaciones de la cuenca; estos resultados preliminares son fundamentales para la identificación de los escenarios futuros y se analizarán con la ayuda de la matriz DOFA y la matriz EPM para evaluación de impactos ambientales.

Con base en los resultados del diagnóstico y de los talleres teóricos- prácticos que se realizaron con la comunidad, se diseñaron los escenarios futuros de uso coordinado y sostenible de los factores bióticos y abióticos de la Microcuenca río Angosturas.

4.5.3 Zonificación ambiental: la intervención del hombre en los ecosistemas naturales ha traído como consecuencia el deterioro de los recursos naturales, provocando afectaciones a las comunidades faunísticas y florísticas y alterando el bienestar de los habitantes especialmente en la región andina. Las zonificaciones ambientales se definen como la recopilación de la información espacial de la situación actual del terreno dando valoraciones de acuerdo a su importancia

ambiental, social y económica, y se convierten en uno de los insumos básicos en la estructuración de estudios ambientales.

En la zonificación ambiental se debe definir el grado de sensibilidad de los componentes bióticos, abióticos y/o socioeconómicos, básicamente consiste en la superposición ponderada de mapas temáticos, obtenidos de la caracterización ambiental, analizando y valorando por separado cada componente para posteriormente entrar a realizar la categorización y priorización de aquellos factores que determinan la sensibilidad de un lugar. Dicha zonificación determina el grado de sensibilidad ambiental que presenta cada uno de los ecosistemas o sectores de un área determinada frente a los impactos que se generan con la realización a las diferentes actividades productivas.

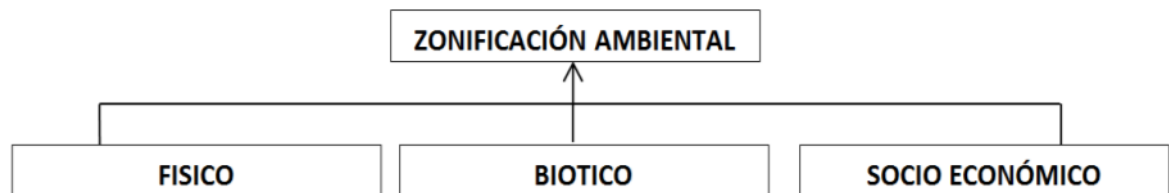
El ordenamiento de cuencas hidrográficas requiere de un análisis integral con Sistemas de Información Geográfica (SIG), es por esto que se estructuraron los modelos cartográficos, aplicando el software ArcGIS 10.2.2, para definir unidades de terreno de acuerdo a su importancia ambiental.

En esta metodología de Zonificación Ambiental se evalúan los factores más relevantes de los componentes físico, biótico y socioeconómico del área. Dichos componentes son comparados de acuerdo a la importancia relativa, obteniéndose rangos cualitativos y cuantitativos que permiten la agrupación de las unidades y su posterior superposición. Una vez asignada la valoración de los diferentes componentes se procede a la superposición de la información usando el SIG, para obtener la Zonificación Ambiental. Para el área de estudio se realizó con base en la Guía metodológica de ECOPETROL S.A.²¹ en la cual se establecen los niveles

²¹ EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEO S.A. Guía metodológica para la elaboración de zonificaciones ambientales de áreas de interés petrolero. Bogotá, Colombia: ECOPETROL S.A, 2012. p.12-15.

de sensibilidad ambiental para las diferentes unidades que conforman los componentes ambientales del área en estudio (figura 8).

Figura 8. Esquema metodológico propuesto por ECOPETROL



Fuente: Ecopetrol, 2012.

Se presenta una metodología secuencial de valoración y ponderación de la sensibilidad ambiental de los elementos que en un momento determinado se encuentran en los componentes físicos, bióticos y sociales de un área específica.

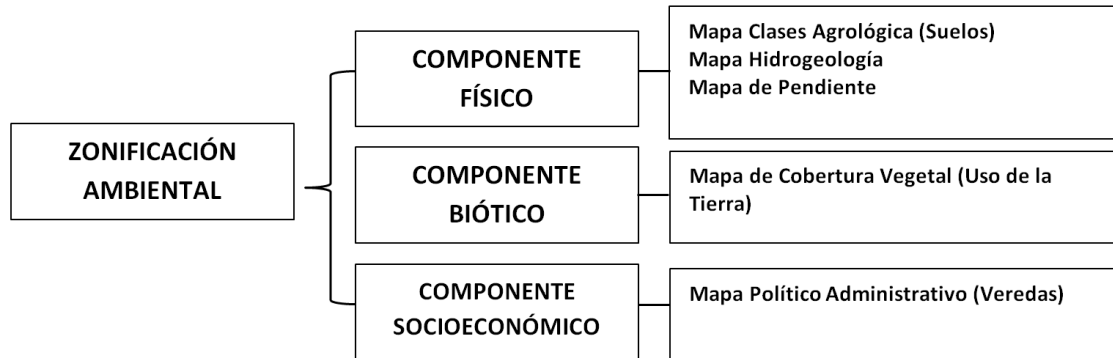
4.5.4 Fuentes de información: en cuanto a la recopilación cartografía base (información espacial), se utilizó el instrumento de planificación municipal o esquema de ordenamiento territorial EOT del municipio del cerrito 2003, numeral 9 cartografía rural a escala 1:50.000, la cuales se cita a continuación. Mapa 01 General

- ✓ Mapa 05 Hidrogeológico
- ✓ Mapa 09 Pendientes
- ✓ Mapa 11b Agrológico
- ✓ Mapa 12 Uso Actual del Suelo

Estos mapas constituyen el insumo principal para realizar el modelo de zonificación ambiental, ya que estos fueron elaborados teniendo en cuenta la cartografía base oficial del IGAC a escala 1:25.0000

La figura 9 presenta el esquema cartográfico utilizado en el modelo de zonificación ambiental para las Microcuenca del Río Angosturas.

Figura 9. Esquema cartográfico para el modelo de zonificación ambiental.



Fuente: Ecopetrol,2012.

La figura anterior muestra los mapas temáticos de entrada al modelo en el software ArcGIS 10.2.2

4.5.5 Formulación del plan de manejo ambiental: durante esta fase y con base en las hipótesis generadas en el ejercicio de conocer la zona de estudio, se formula y consolida el plan de manejo ambiental. Según lo establecido en el **decreto 1640 de 2012**, en este punto, se formularon los objetivos, metas, estrategias, programas y proyectos, así como, la plataforma organizativa, administrativa y financiera necesaria para la implementación del plan de manejo ambiental y los mecanismos de seguimiento y evaluación del mismo.

La formulación del plan de manejo ambiental debe reflejar las prioridades de intervención en la Microcuenca, incluir las necesidades sentidas de la comunidad o “apuesta colectiva” y las acciones estructurales como la zonificación, y demás determinantes del cambio intencionado construido en las fases de diagnóstico y prospectiva plasmado en el modelo de manejo de la cuenca.

El documento del plan de manejo ambiental es el resultado del análisis de la problemática, donde el factor determinante es el factor causal, para buscar una solución; lo cual da origen al objetivo del plan de manejo ambiental, que en

términos prácticos es superar o plantear en forma positiva lo que expresa la problemática.

4.5.6 Ejecución: los programas y proyectos se ejecutaran según lo planteado en la fase de formulación, siguiendo las siguientes pautas una vez sea aprobada la realización del Plan de Manejo

Corto plazo: 3 años

Mediano plazo: 4 a 6 años

Largo plazo: 7 a 10 años

4.5.7 Seguimiento y evaluación: ésta fase depende de las autoridades competentes encargadas de ejecutar el proyecto, por esto se dará a conocer el proyecto a estos entes, para intentar concertar un acuerdo con el cual se comprometan a ejecutar, hacer seguimiento y evaluación del plan de manejo ambiental de la Microcuenca río Angosturas conforme a las metas e indicadores planteados, con el objeto de definir los ajustes a que haya lugar.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 FASE DE APRESTAMIENTO

El desarrollo de esta etapa inició con visitas de campo y revisión cartográfica del IGAC y del EOT del municipio del Cerrito donde se conoció el área de influencia de la Microcuenca quebrada Angosturas, la cual fue objeto de estudio.

Figura 10. Mapa base de la Microcuenca quebrada Angosturas

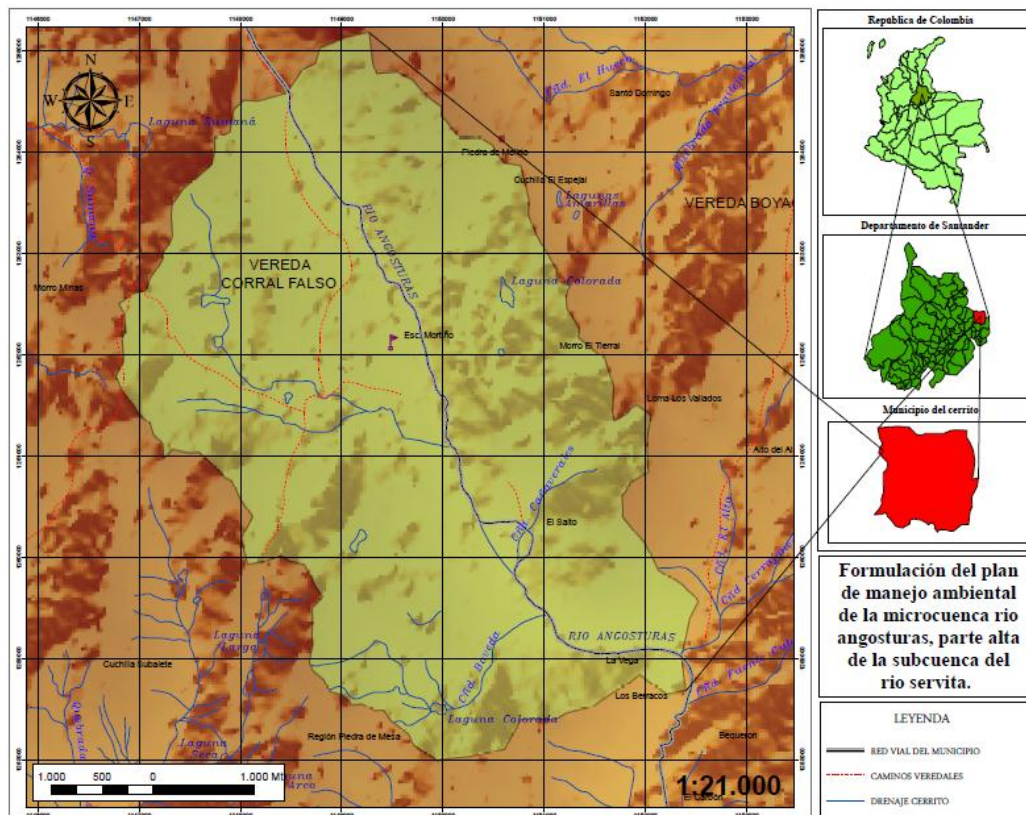


Imagen 1. Nacimiento Microcuenca quebrada Angosturas



5.1.1 Caracterización e identificación de actores: se elaboró un listado preliminar de actores que se encuentran activos en el área de la Microcuenca y que representan a los sectores sociales y productivos, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Caracterización e identificación de actores

TIPO DE ACTOR	ORGANIZACIONES
Institucional	<ul style="list-style-type: none">- CAS- Alcaldía municipal del Cerrito.
Academia	<ul style="list-style-type: none">- Universidad Industrial- Escuela rural del Mortiño, vereda Corral Falso municipio del Cerrito
Gremios	<ul style="list-style-type: none">- Papero- Ganadero
Social y comunitario	<ul style="list-style-type: none">- Junta de acción comunal vereda Corral Falso sector el Mortiño- Asociación de padres de familia de la escuela el Mortiño.
Total actores	<ul style="list-style-type: none">- 8

5.1.2 Información, sensibilización y concertación: una vez identificados los actores, se dio a conocer a las autoridades competentes como la CAS y administración municipal del Cerrito el proyecto a realizar, para luego darlo a conocer a la comunidad que forma parte de la Microcuenca, mediante reuniones realizadas en la escuela del Mortiño, vereda Corral Falso del municipio del Cerrito; en las reuniones se trataron los siguientes temas:

Como autores del proyecto, nos presentamos a la comunidad, y hablamos sobre la importancia de la Universidad Industrial de Santander, y el papel que desarrolla en la región, especialmente la Ingeniería Forestal.

Se explicó en que consiste un plan de manejo ambiental, que es el recurso hídrico, que son factores bióticos y abióticos, y en general toda la terminología que tendría cabida en el desarrollo del proyecto y la importancia de realizarlo buscando principalmente preservar el recurso hídrico y mejorando la calidad de vida de los pobladores.

Se expusieron las fases que se llevarían a cabo durante el proceso, siendo la comunidad el eje principal para la aprobación o desaprobación de las actividades que se plantearon, explicando la forma en que ellos participarían en cada una de las fases, para tal fin se conformó una comisión conjunta de comunidad y autores del proyecto.

Se escuchó a la comunidad y se tomó nota detallada sobre los problemas, sugerencias y demás aspectos que deberíamos involucrar en este plan de manejo para beneficio de todos.

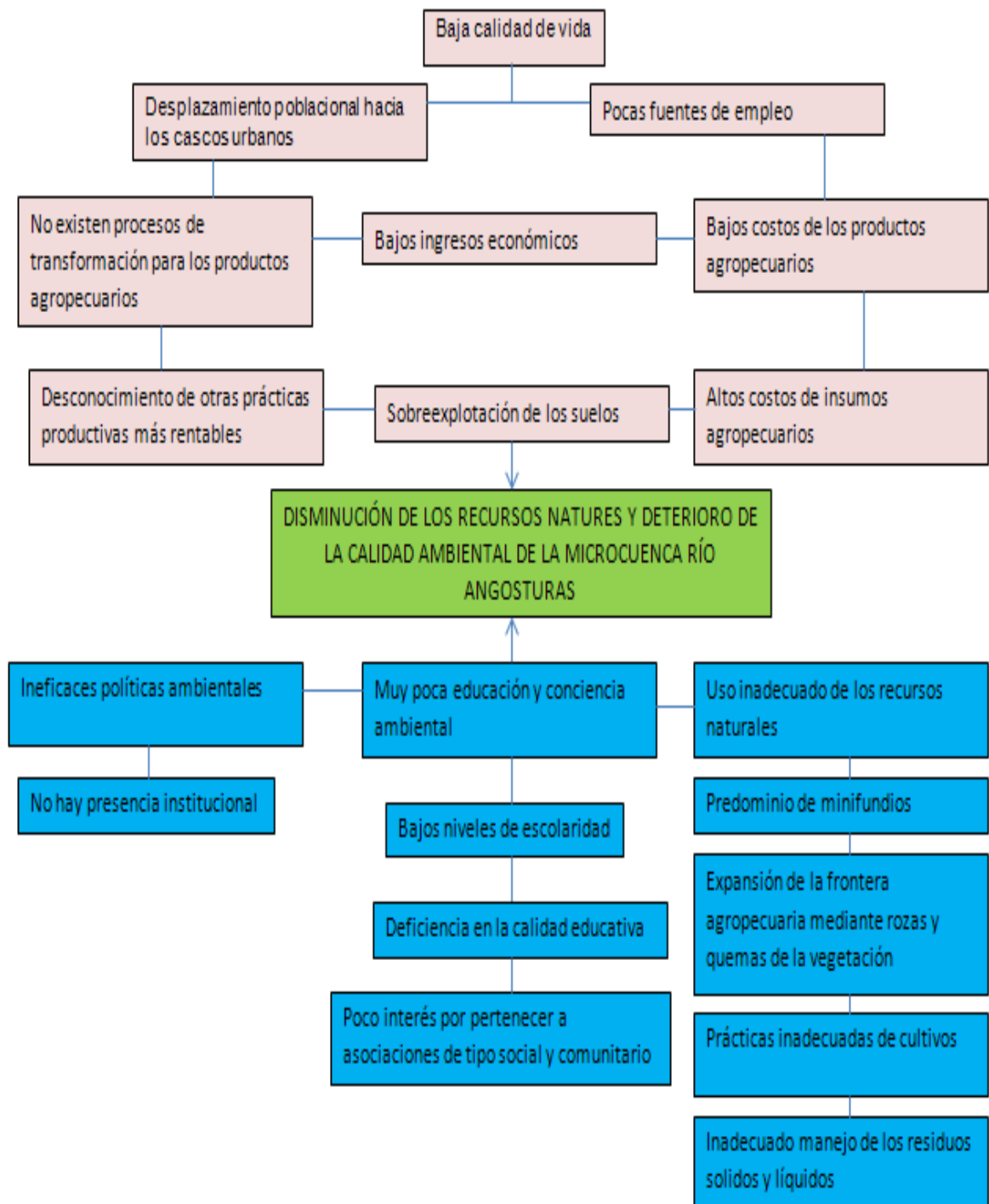
Imagen 2. Socialización con la comunidad



En el área de influencia de la Microcuenca, no existe ningún tipo de asociación diferente a la junta de acción comunal, la asociación de padres de familia y asociación de paperos y ganaderos. Junto con los líderes de la comunidad, según lo previsto en *el título 5 del decreto 1640 de 2012*, se conformó un grupo o mesa de trabajo (La alcaldía municipal ni la CAS hicieron parte del concejo de cuenca por motivos no expresados), con el cual se adquirieron compromisos entre comunidad y autores del proyecto, para rotar información a toda la comunidad, recibir colaboración en la toma de información, acompañamiento a sitios estratégicos y de difícil acceso, y en si trabajar conjuntamente para que el diagnóstico, zonificación y posterior formulación del plan de manejo ambiental fuera lo más acertado posible.

5.1.3 Análisis situacional: se realizó el análisis situacional de la Microcuenca mediante la elaboración de un árbol de problemas, donde los actores identificaron las principales problemáticas y con base en ello se analizaron sus causas y consecuencias.

Figura 11. Análisis situacional de la Microcuenca, Árbol de Problemas



5.2 FASE DE DIAGNOSTICO

Según lo establecido en el **artículo 58 del decreto 1640 de 2012** en esta fase se identificará y caracterizará la problemática generada por desequilibrios del medio natural, la degradación en cantidad o calidad de los recursos naturales renovables, los riesgos naturales y antrópicos estableciendo las causas, los impactos ambientales, entre otros aspectos.

5.2.1 Componente abiótico: comprende climatología, hidrología, suelos.

Climatología:

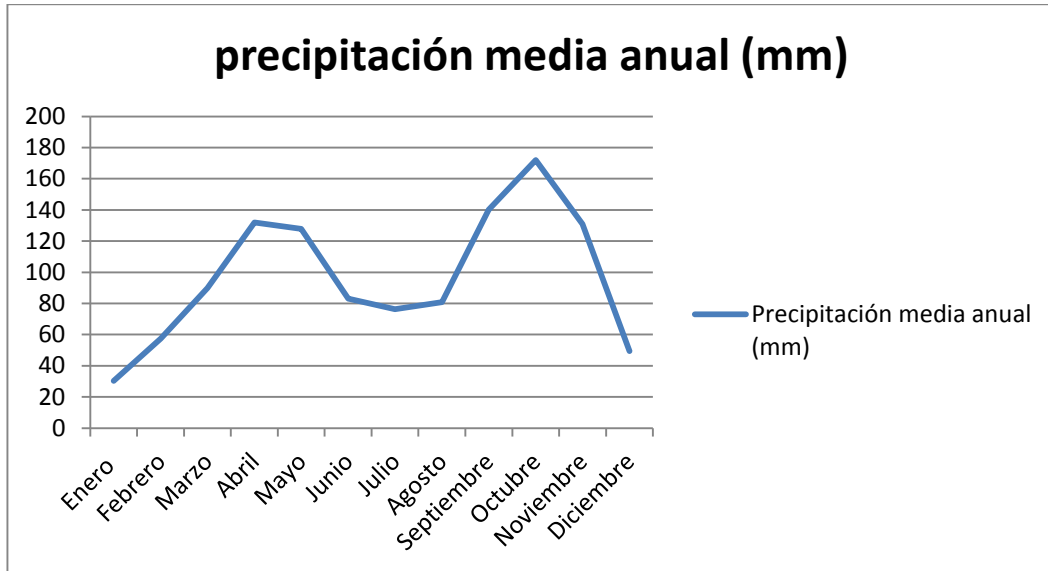
• **Precipitación:** para todos los parámetros climatológicos, se tiene en cuenta principalmente la estación meteorológica ubicada en la granja de Tinagá del municipio del cerrito Santander, ya que quede muy cercana al área objeto de estudio.

Tabla 6 . Resumen datos de precipitación (mm)

Parámetro	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación Máxima Mensual	63.9	123.6	161.6	223.5	256.2	131.3	147.5	141.0	219.7	220.1	286.1	89.5
Precipitación Mínima Mensual	3.4	6.1	17.9	15.0	28.7	29.1	32.8	46.3	55.6	102.7	2.0	12.8
Precipitación Media Mensual	30.2	57.4	89.8	131.9	127.8	83.1	76.4	80.9	140.1	172.0	131.0	49.5

Fuente: IDEAM, Granja de Tinagá.

Grafica 1. Precipitación media estación climatológica granja de Tinagá

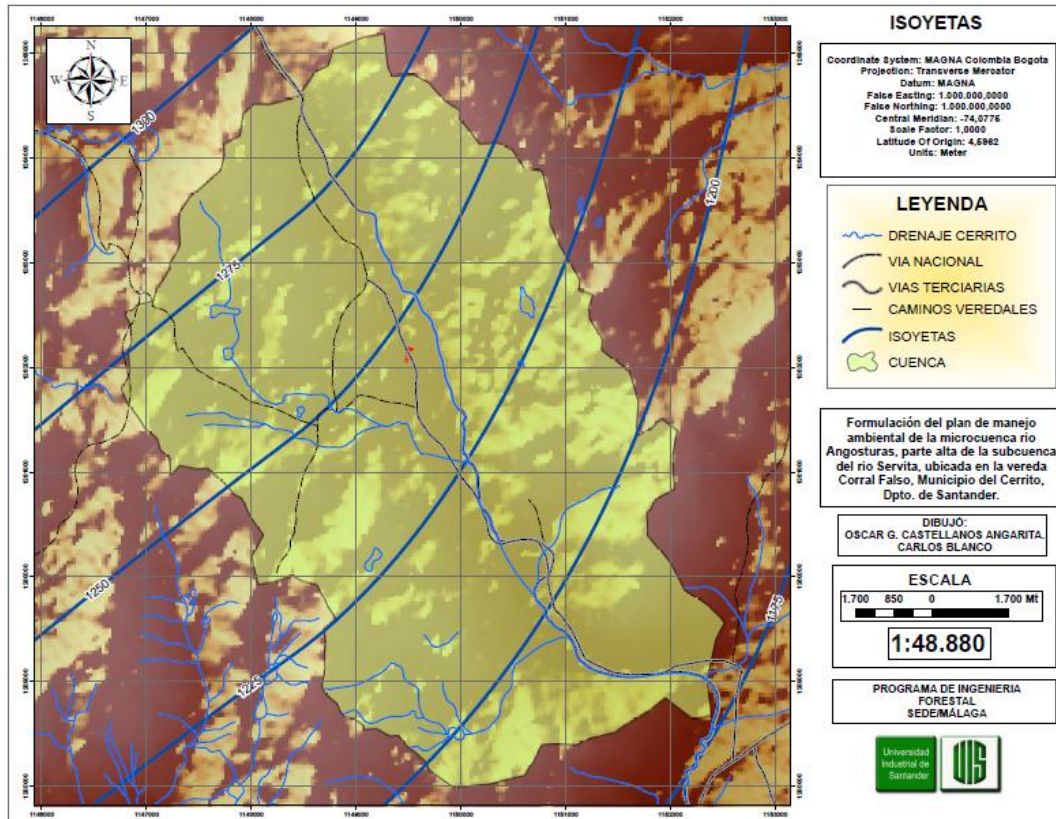


Como se observa en el grafico 1, los picos máximos de precipitación se dan en los meses de abril, Septiembre y Octubre presentándose un régimen climático bimodal.

Isoyetas: este método se realizó con el fin de estimar la distribución espacial de la precipitación dentro de la Microcuenca

El mapa de isoyetas muestra el promedio de precipitación anual de la Microcuenca, presentándose valores desde los 1175mm hasta los 1300mm.

Figura 12. Mapa de isoyetas



Para hallar la distribución de la precipitación en la Microcuenca se elaboró un mapa de isoyetas medias anuales, las áreas de mayor pluviosidad está nor-oeste, en alturas cercanas a los 4.400msnm, y las áreas de menor precipitación se van localizando a medida que se tiene desplazamiento en el sentido sur-este.

Tabla 7. Área entre isoyetas

Microcuenca quebrada Angosturas		
Isoyetas (mm)	Área en (km ²)	Porcentaje (%)
1180-1200	3.46	14.43
1200-1225	6.13	25.57
1225-1250	5.18	21.61
1250-1275	6.24	26.03
1275-1286	2.96	12.35

• **Temperatura:** los meses más calurosos son Enero, Febrero y Marzo, las temperaturas más bajas se presentan en los meses de Julio, Agosto Septiembre y Octubre.

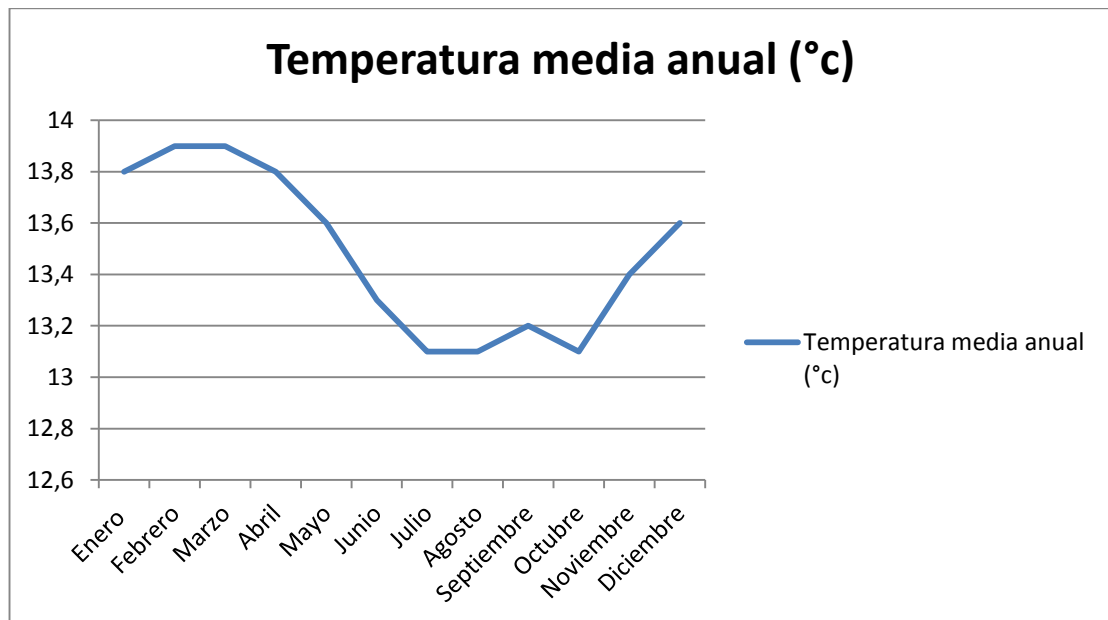
La temperatura es inversamente proporcional a la altura sobre el nivel del mar, en la parte más alta encontramos temperaturas de 1.5° centígrados.

Tabla 8. Resumen de datos de valores medios de Temperatura en °C

Parámetro	Meses												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura Máxima Mensual	15.1	15.5	15.5	15.0	14.3	14.2	14.1	13.9	14.2	14.2	14.1	14.4	15.5
Temperatura Mínima Mensual	12.8	12.4	12.1	12.9	13.0	12.5	12.4	11.7	12.1	12.4	12.3	11.9	11.7
Temperatura Media Mensual	13.8	13.9	13.9	13.8	13.6	13.3	13.1	13.1	13.2	13.1	13.4	13.6	13.5

Fuente: IDEAM, Granja de Tinagá.

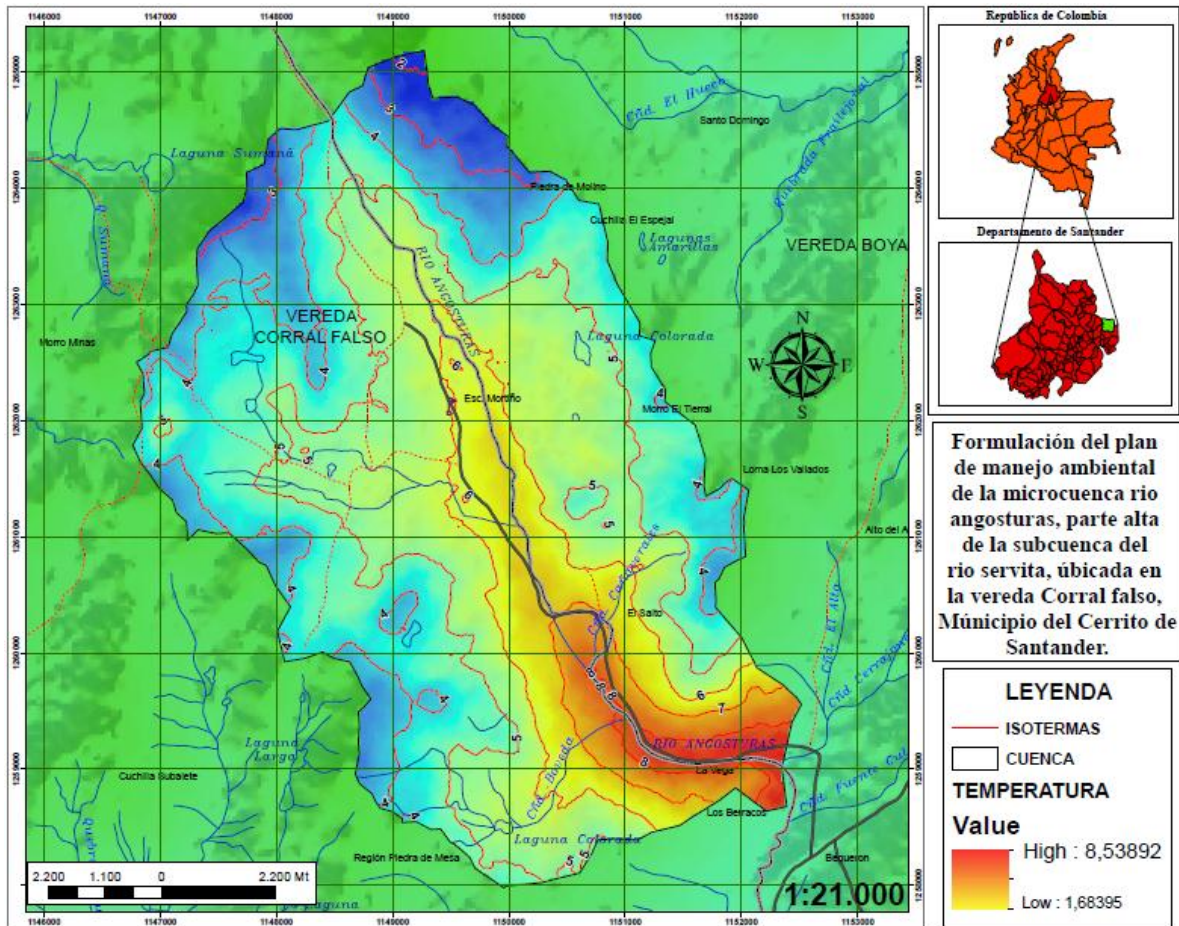
Grafica 2. Temperatura media estación climatológica granja de Tinagá



Como se aprecia en la figura, los meses en los que la temperatura es mayor son enero, febrero y marzo.

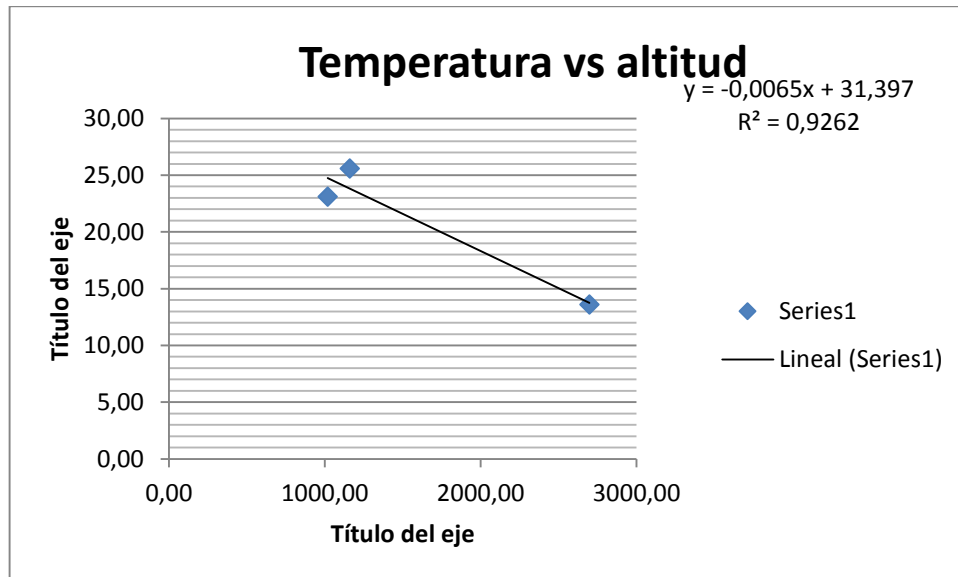
Isotermas: este método se realizó con el fin de estimar la distribución espacial de la temperatura dentro de la Microcuenca

Figura 13 . Mapa de isotermas



Como lo vemos en el mapa, en la Microcuenca encontramos temperaturas desde los 1.6 hasta los 8.5° centígrados. En las partes más altas de la Microcuenca, esto es a los 4400 m.s.n.m, se tienen temperaturas de 1.6°centígrados, y en las parte más bajas, esto es 3400 m.s.n.m, se tienen temperaturas de 8.5°centígrados.

Grafica 3. Correlación temperatura vs altitud



El coeficiente de correlación existente entre las dos variables (R^2) es de 0,9262 lo cual quiere decir que el 93% de los valores de la temperatura dependen de la altitud.

Por cada metro sobre el nivel del mar de manera ascendente la temperatura aumenta 0.0065° centígrados, como lo muestra la ecuación de la recta.

• **Velocidad del viento:** los vientos son producidos por el movimiento de traslación del aire originado por las diferentes temperaturas a la cual están sometidos, ya que el aire viaja de zonas de mayor temperatura a zonas de menor temperatura y viceversa, las corrientes de agua también son productoras de vientos ya que con el movimiento del agua trasladan el aire en dirección de las corrientes del cauce.

El viento tiene importancia entre otras cosas por su acción en la dispersión de contaminantes y en la desecación de los suelos y por ocasionar problemas erosivos. Su dirección predominante permite definir áreas críticas de amenazas por incendios.

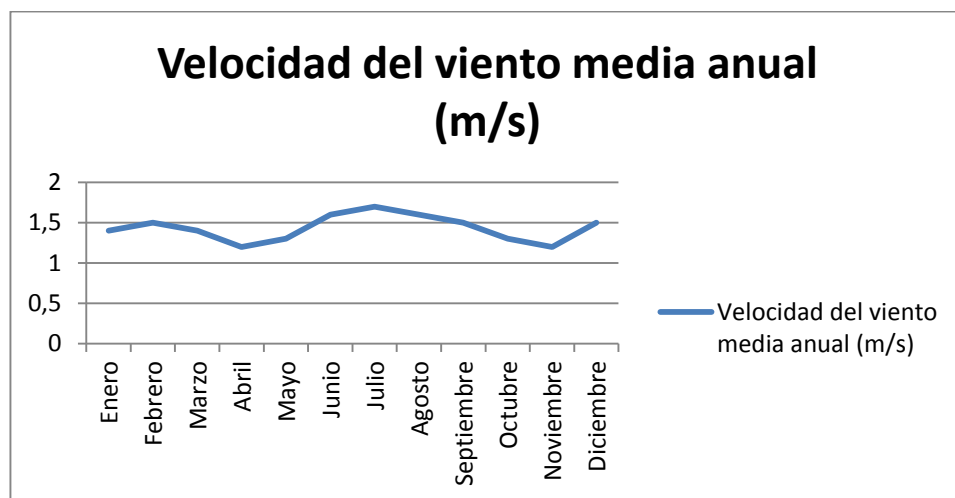
Tabla 9. Resumen de Datos de la Velocidad del Viento en m/seg.

Parámetro	Meses												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Velocidad Vientos Máximos, Mensuales	1.6	1.8	1.7	1.5	1.6	2.2	2.2	2.0	1.9	1.4	1.5	1.7	2.2
Velocidad Vientos Mínimos Mensuales	1.2	1.2	1.3	1.0	1.1	1.3	1.4	1.4	1.2	1.1	1.1	1.3	1.0
Velocidad Vientos Medios Mensuales	1.4	1.5	1.4	1.2	1.3	1.6	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2	1.5	1.4

Fuente: IDEAM, Granja de Tinagá.

En la estación de Tinagá se presentan dos periodos de vientos fuertes uno entre los meses de junio, julio y agosto, con velocidades que oscilan entre 1.6 y 1.7 metros por segundo, el otro periodo se da en los meses de diciembre, enero y febrero, con velocidades que oscilan entre 1.4 y 1.5 metros por segundo, siendo julio, el mes con la mayor velocidad del viento. El resto de meses la velocidad del viento esta entre 1.2 y 1.4 metros por segundo.

Grafica 4. Velocidad del viento media estación climatológica granja de Tinagá



Los meses en que la velocidad del viento es mayor son julio y agosto.

Tabla 10. Resumen de Datos de recorrido del viento (Km)

Parámetro	Meses												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Recorrido de Vientos máximos, Mensuales	2665	2646	2811	2289	2502	2685	3032	2888	2359	2685	2287	2815	3032
Recorrido de Vientos Mínimos Mensuales	1384	1011	1330	1180	1153	1221	1698	896	856	727	660	939	660
Recorrido de Vientos Medios Mensuales	2140	1973	2113	1867	1853	2166	2483	2194	1868	1641	1687	2104	24090

Fuente: IDEAM, Granja de Tinagá.

Los recorridos del viento están muy relacionados con la velocidad del viento y estos se presentan también en dos periodos de mayores recorridos, uno en los meses de junio, julio y agosto, con recorridos que oscilan entre 2166 y 2483 Km por mes, el otro periodo sucede en los meses de diciembre, enero y marzo con recorridos entre 2104 y 2140 Km por mes, el mes con el mayor recorrido del viento es julio, en los otros meses se presentan recorridos entre 1641 y 1973 Km por mes.

- **Humedad relativa:** se entiende por esto a la cantidad de vapor de agua contenida en el medio ambiente. Es un carácter de primera magnitud muy relacionado a través de muchos mecanismos físicos, con la nubosidad, la precipitación, la visibilidad, y de forma muy especial con la temperatura, pues la cantidad de agua en forma de vapor que puede encontrarse en la atmósfera es función directa de la temperatura.

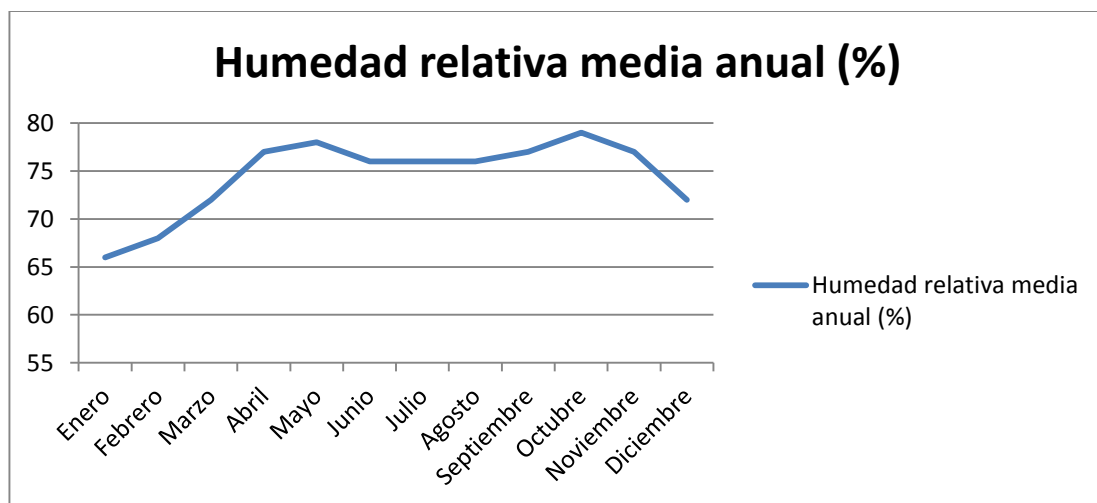
Tabla 11. Resumen de Datos de Humedad Relativa (%)

Parámetro	Meses												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Humedad Relativa Máxima, Mensual	75	82	85	84	87	88	86	89	85	86	86	83	89
Humedad Relativa Mínima Mensual	53	53	61	68	70	64	65	68	70	70	68	63	53
Humedad Relativa Media Mensual	66	68	72	77	78	76	74	76	77	79	77	72	74

Fuente: IDEAM, Granja de Tinagá.

La humedad relativa media anual presente en la estación de Tinagá es del 74% que es una humedad relativa media, los rangos más altos de humedad relativa se presentan en los meses de mayo y octubre con una media de 78 y 79%, los meses con las medias de humedad relativa más bajos son enero y febrero con 66 y 68%, en el resto de meses la humedad relativa oscila entre 72 y 77%.

Grafica 5 . Humedad relativa media estación meteorológica granja de Tinagá



Los meses en que la humedad relativa es mayor, coinciden con los meses en que la precipitación es mayor, abril, septiembre y octubre.

- **Brillo solar:** son las horas en las que el sol irradia directamente a la superficie terrestre, sin interrupción por nubes o la humedad del ambiente, etc.

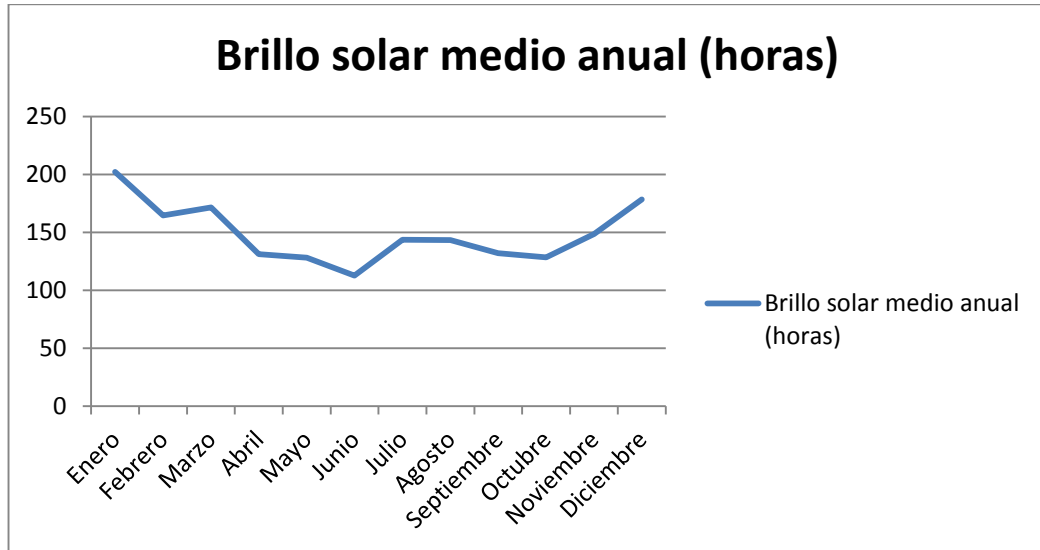
Tabla 12. Resumen de datos brillo solar en horas

Parámetro	Meses												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Brillo Solar Máximo, Mensual	252.7	212.7	221.6	170.6	163.6	142.4	177.7	167.2	183.5	160.7	196.2	216.1	252.7
Brillo Solar Mínimo Mensual	142.6	122.1	94.0	78.6	88.5	83.4	73.8	73.9	93.8	85.9	96.3	127.5	73.8
Brillo Solar Medio Mensual	202.1	164.5	171.5	131.2	128.1	112.6	143.6	143.2	132.0	128.3	148.6	178.3	178.9

Fuente: IDEAM, Granja de Tinagá.

En la estación de Tinagá se presentan una media 1783.9 horas de brillo solar al año, presentándose el mayor número de horas de brillo solar entre los meses de diciembre y marzo con una media que oscila entre 164.5 y 202.1 horas, el resto de meses las horas de brillo solar oscilan entre 128.3 y 143.6 horas.

Grafica 6. Brillo solar medio estación meteorológica granja de Tinagá



Fuente: IDEAM, Granja de Tinagá.

Los meses de mayor brillo solar son Diciembre y enero.

• **Transpiración:** para este calculo se tomó una muestra de follaje de una especie representativa de la zona, en este caso *Lupinus interruptus*, se peso una vez cortada, y luego de un tiempo se volvió a pesar para la determinación de este parámetro.

Imagen 3. Cálculo de transpiración en la especie *Lupinus interruptus*



Peso al ser cortada la muestra de follaje= 77 gr

Peso de la muestra de follaje después de 25 minutos= 68 gr

En 25 minutos, la especie *Lupinus interruptus* perdió 9 gr.

Transpiración= 11.69 %

La transpiración en todas las especies no es igual, pero se quiso hacer el ejercicio con una especie representativa de la zona.

• **Evapotranspiración potencial y balance hídrico**

Tabla 13. Evapotranspiración potencial

Mes	Temperatura(t) (°c)	Índice de calor(i)	ETP sin corr(mm)	ETP(mm)
Enero	13.8	4.65	56.39	39.58
Febrero	13.9	4.7	56.94	33.64
Marzo	13.9	4.7	56.94	35.05
Abril	13.8	4.65	56.39	26.72
Mayo	13.6	4.55	55.3	25.13
Junio	13.3	4.4	53.67	21.23
Julio	13.1	4.3	52.59	25.96
Agosto	13.1	4.3	52.59	24.43
Septiembre	13.2	4.35	53.13	27.08
Octubre	13.1	4.3	52.59	23.48
Noviembre	13.4	4.45	54.21	29.55
Diciembre	13.6	4.55	55.3	33.19
Σ		53.9	653.03	345.04

Grafica 7. Evapotranspiración potencial

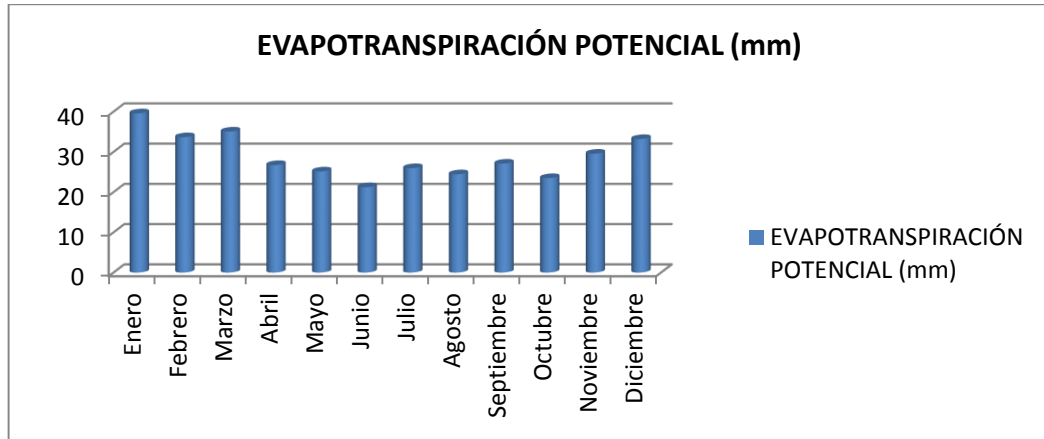


Tabla 14. Balance hídrico según Thorthwaite

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
PP(mm)	30.2	57.4	89.8	131.9	127.8	83.1	76.4	80.9	140.1	172	131	49.5
ETP(mm)	39.58	33.64	35.05	26.72	25.13	21.23	25.96	24.43	27.08	23.48	29.55	33.19
V.R	-9.38	23.76	54.75	105.18	102.67	61.87	50.44	56.47	113.02	148.52	101.45	16.31
R-H2O	-9.38	14.38	69.13	174.31	276.98	338.85	389.29	445.76	558.78	707.3	808.75	825.06

VR: variación de la reserva (PP – ETP).

$$R - H_2O = P - (ETP + \text{Variación de la reserva})$$

Según el balance hídrico el único mes ecoseco que se presenta es enero, lo cual significa que hay un déficit de agua; en el resto de meses se presenta almacenamiento y excesos de agua, encontrando disponibilidad para cubrir todas las necesidades de la comunidad que hace parte de la Microcuenca.

La mayor disponibilidad del recurso hídrico se presenta en los meses de abril septiembre octubre y noviembre, siendo estos los meses de mayor precipitación.

Grafica 8. Precipitación y evapotranspiración Microcuenca quebrada Angosturas

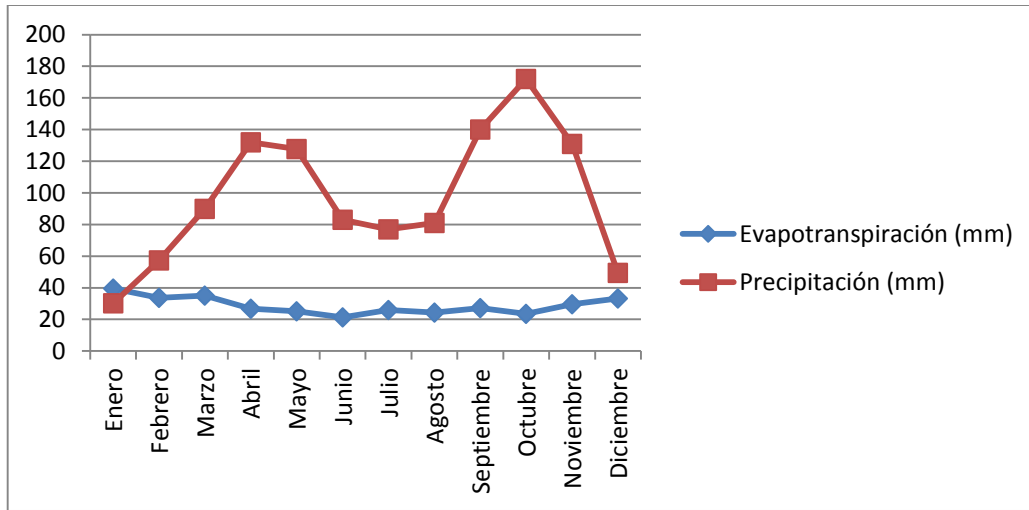
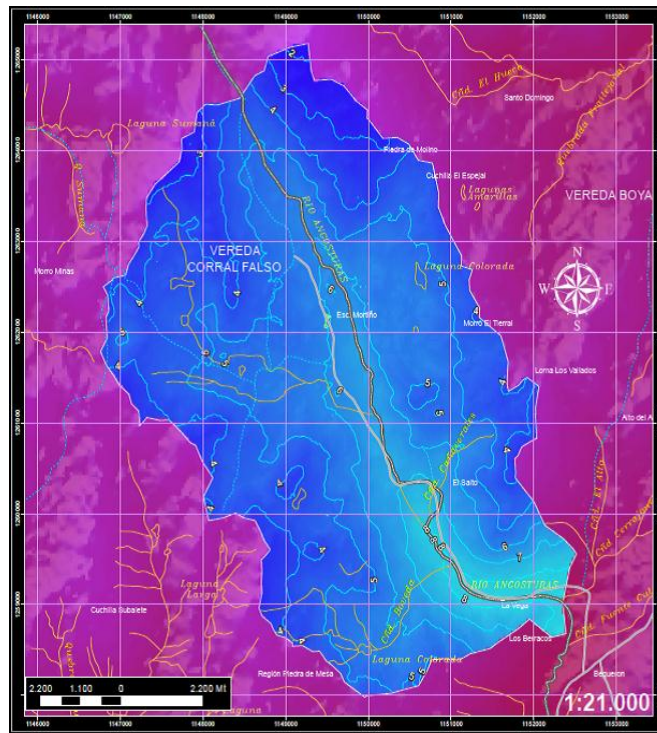


Figura 14. Mapa de balance hídrico



Las partes más oscuras del mapa, nos indican las zonas con mayor recarga hídrica, son las zonas con mayor humedad relativa y menor temperatura.

Hidrología

• Morfometría Microcuenca quebrada Angosturas

Área: 23,973km²

Perímetro: 22,622km

Cotas

Cota máxima: 4532,95613msnm

Cota mínima: 3482,26013msnm

Centroides

Centroide x: 4090msnm

Centroide y: 1149650,51msnm

Centroide z: 1261509,11msnm

Cotas para determinación de la curva hipsométrica

Tabla 15. Cotas de la Microcuenca quebrada Angosturas

COTAS EN MSNM				
Nº	área(m ²)	mínimo	máximo	promedio
1	1093471,58	3398,76123	3495,570068	3447,165649
2	2394677,27	3495,7085	3593,162109	3544,435303
3	2149984,33	3593,19849	3690,775879	3641,987183
4	3629611,96	3690,79932	3788,392822	3739,596069
5	5615193,22	3788,42749	3886,014893	3837,221192
6	6966102,17	3886,01831	3983,584717	3934,801514
7	6802973,54	3983,6438	4081,22583	4032,434815
8	4573973,78	4081,24756	4178,827148	4130,037354
9	2248116,4	4178,8667	4276,352051	4227,609375
10	616830,122	4276,46338	4373,802246	4325,132813
11	240869,614	4374,11768	4532,95613	4422,895508

Tabla 16. Área acumulada entre curvas de nivel Microcuenca quebrada Angosturas

ÁREA (Km ²)			
Intervalo	Acumulado	% acumulado	Interceptado %
0,4945	23,973	100,000	2,969
1,0935	22,732	97,031	6,503
2,3947	21,381	90,528	5,838
2,1500	16,188	84,690	9,856
3,6296	14,585	74,834	15,248
5,6152	9,943	59,586	18,916
6,9661	5,865	40,670	18,473
6,8030	3,613	22,197	12,420
4,5740	2,603	9,776	6,105
2,2481	1,352	3,672	1,675
0,6168	0,734	1,997	0,654
0,2409	0,494	1,343	1,343
23,973			

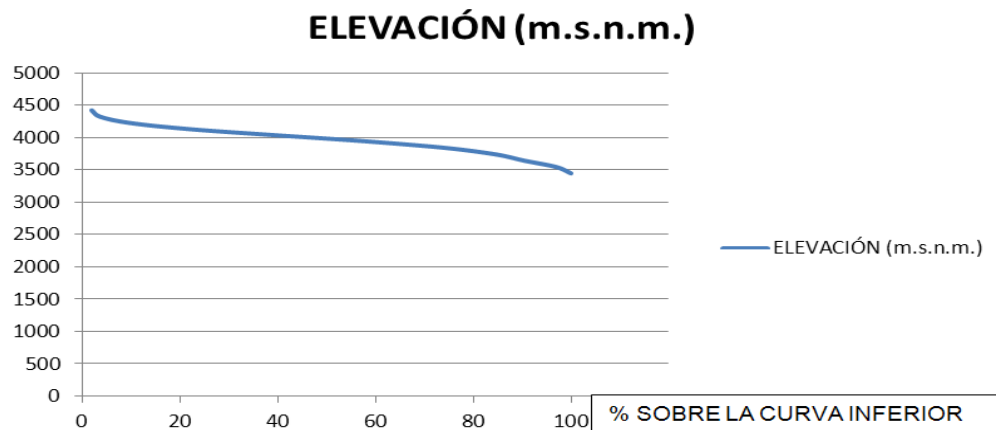
Altitud:

Altitud media: 4007,608msnm

Altitud de frecuencia media (interpolación del 50% de la curva hipsométrica):
3988,74482msnm

Altitud más frecuente: 3827msnm

Grafica 9. Curva hipsométrica acumulada sobre la curva inferior



Pendiente

Tabla 17 . Pendiente promedio Microcuenca quebrada Angosturas

N°.	Rango de pendiente		Promedio (1)	Ocurrencias (2)	1x2
	Inferior	Superior			
1	0	10	5	4786	23930
2	10	20	15	9059	135885
3	20	30	25	7086	177150
4	30	40	35	4496	157360
5	40	50	45	2207	99315
6	50	60	55	842	46310
7	60	70	65	333	21645
8	70	80	75	70	5250
9	80	90	85	14	1190
10	90	100	95	3	285
				28896	668320

Pendiente promedio de la Microcuenca: 25,0673228%. La Microcuenca presenta un relieve fuerte (Henao 2003).

Tabla 18. Pendiente por orden Microcuenca quebrada Angosturas

PENDIENTE POR ORDEN			
Orden	Ocurrencias(1)	Pendiente(2)	1x2
1	2084	30,691278	63960,6234
2	924	26,975576	24925,4322
3	422	22,267165	9396,74363
4	112	16,498967	1847,8843
TOTAL	3542		100130,68

Pendiente promedio de los talwegs: 27,6558%

Figura 15 . Mapa de pendientes Microcuenca quebrada Angosturas

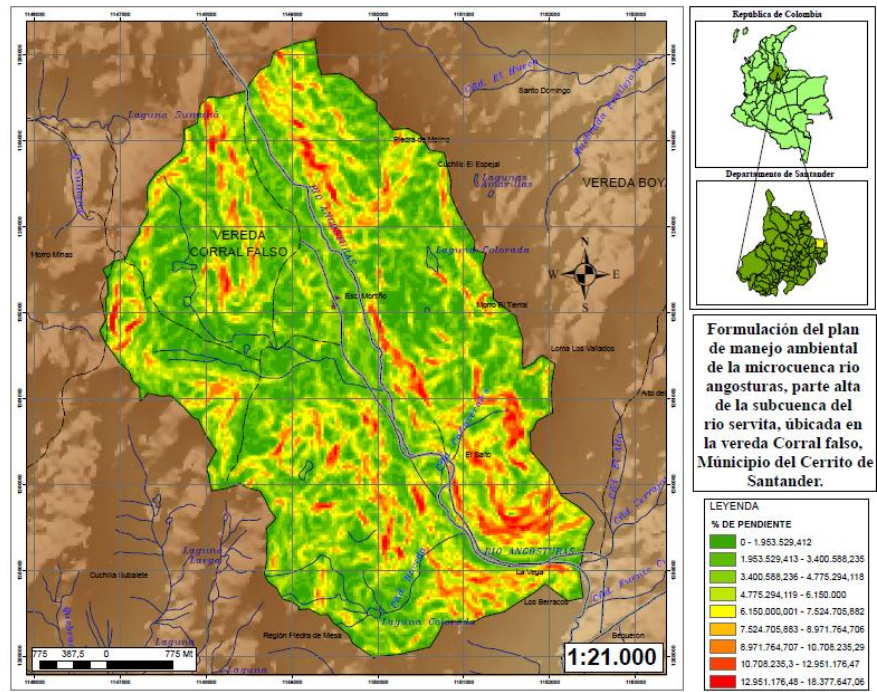
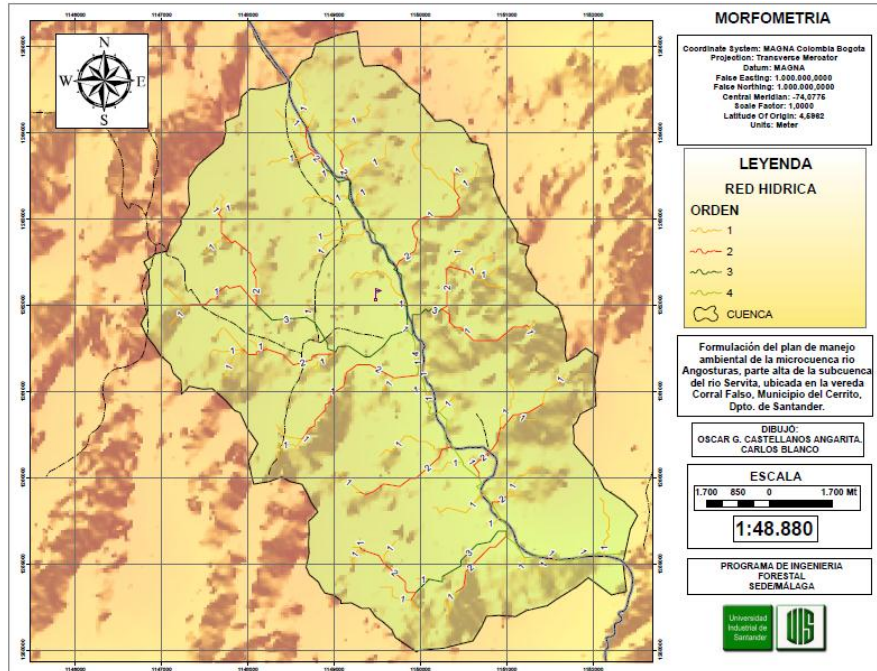


Figura 16. Red hídrica Microcuenca quebrada Angosturas según Horton



Longitud axial: 8,5674km

Orden de la red hídrica: 4

Longitud de la red principal: 8,044km

Ancho máximo: 5,664km

Longitud de la red hídrica

Tabla 19. Longitudes por orden de los talwegs Microcuenca quebrada Angosturas

Orden	Longitud (km)
1	26,100527
2	15,313732
3	6,780157
4	4,581638
TOTAL	52,776054

Parámetros de forma

Ancho promedio: 4.055km

Factor forma: 0,313

Coefficiente de compacidad (Kc): 1,2457

Lo que nos quiere decir de la Microcuenca río Angosturas tiene una forma Oval redonda a oval – oblonga.

Índice de alargamiento: 2,0243

Índice de homogeneidad: 0,5672

Índice asimétrico: 0,8972, lo que nos indica que el drenaje se considera homogéneo de una vertiente a otra.

Parámetros para medir erosión

Coefficiente de masividad de Martonne: 1,344

Coefficiente orográfico: 2643,93

Morfometría hidrográfica:

Relación de bifurcación: 3,4312

Relación de la longitud de las corrientes de agua: 4.2356

Densidad de drenaje: 3,3226km/km²

Superficie umbral de escurrimiento: 2,057km²

Tiempo de concentración (Tc): 1,2084 horas, es el tiempo que tarda en llegar una gota de agua hasta la desembocadura del cauce.

Orientación de la cuenca: la Microcuenca río Angosturas está orientada de norte a sur, su cauce principal corre hacia el sur, por lo tanto no recibe insolación uniforme en las dos vertientes durante todo el día.

• **Oferta de agua**

Cuantificación de caudales

La capacidad de suministro de una fuente de agua se determina mediante el afloramiento en épocas de invierno y verano, este procedimiento se efectuó con el fin de conocer las variaciones de caudal y estimar si la fuente es susceptible de entregar el agua suficiente para la demanda.

Los aforamientos se realizaron en la parte baja y media de la Microcuenca

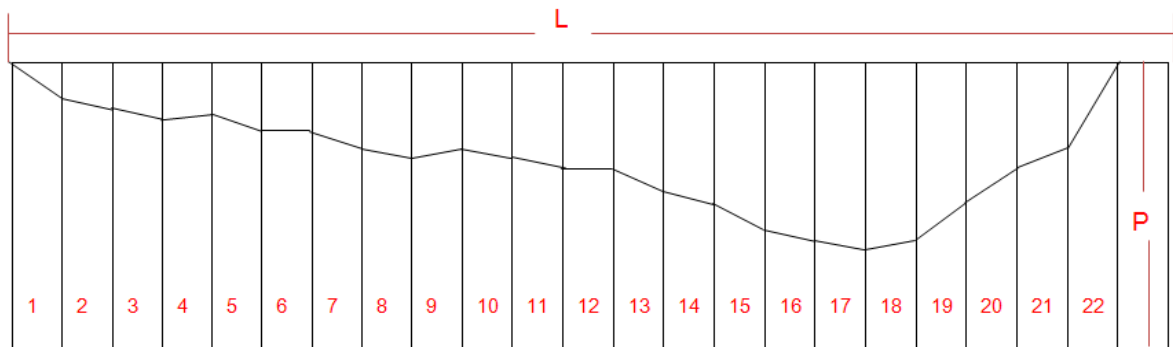
Caudal: Caudal de la Microcuenca quebrada Angosturas en época de invierno tomado el jueves 21 de mayo del año 2015, parte baja.

Imagen 4. Medición de caudal parte baja en época de invierno



Ubicación: Norte: 06°56,231'
 Oeste: 072°42,177'
 Altura: 3505 msnm

Figura 17. Perfil del cauce, parte baja de la Microcuenca en época de invierno



L= longitud del cauce, 2.20m
 P= profundidad

Tabla 20. Longitud y profundidad del cauce parte baja en época de invierno

TRAMO	LONGITUD(cm)	PROFUNDIDAD(cm)
1	10	35
2	10	40
3	10	45
4	10	41
5	10	44
6	10	44
7	10	50
8	10	57
9	10	52
10	10	55
11	10	62
12	10	62
13	10	66
14	10	69
15	10	72
16	10	75
17	10	79
18	10	74
19	10	68
20	10	42
21	10	39
22	10	

Profundidad de flujo (Y) Y = 79 cm

Ancho superior (T) T = 220cm

Área mojada (A)

$$A_{\text{trapecio}} = \frac{(\text{base mayor} + \text{base menor})(h)}{2}$$

Área total = A₁ + A₂ + + A₂₂

Área total = 10855 cm² ó 1.0855 m²

Tabla 21. Velocidad del cauce parte baja en época de invierno

LAA (m)	Laa (m)	L (m)	T (seg)	V = L / t	V = (m / s)
2	2	4	4.46	0.8968	0.9018
			4.4	0.9090	
			4.23	0.9456	
			4.35	0.9195	
			4.77	0.8385	

LAA: longitud aguas arriba

Laa: longitud aguas abajo

$$V = 0.9018 \frac{m}{s}$$

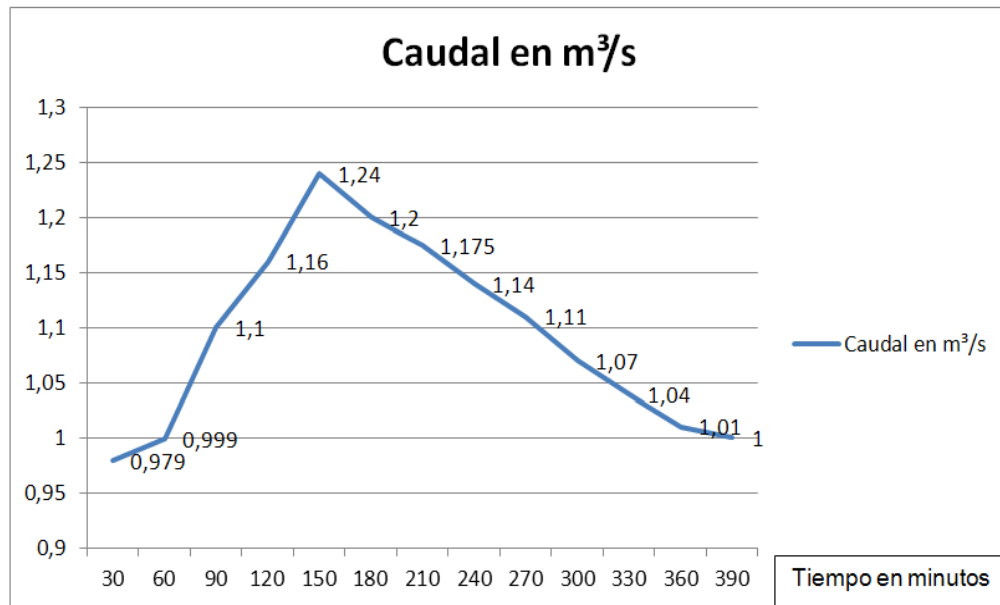
$$Q = A * V$$

$$Q = 1.0855m^2 \times 0.9018m/s = 0.979 \frac{m^3}{s}$$

$$\underline{\underline{Q = 979LPS}}$$

El mismo día se hizo la medición de caudal en el mismo lugar durante y después de un fuerte aguacero que duró 133 minutos. Después de 156 minutos de haber empezado a llover y ya terminado el aguacero, se hizo la medición de caudal, la cual fue **Q= 1240.52 LPS**, 240 minutos después se volvió a medir el caudal, obteniéndose valores similares a los normales para esta época de invierno, 1000 LPS.

Grafica 10 . Hidrograma de escorrentía directa caudal respecto al tiempo



Después de la media hora de empezar a llover el caudal empezó a aumentar como lo muestra el hidrograma, generando al terminar el aguacero un caudal de 261.52 LPS más que antes de empezar a llover.

La imagen 5 muestra el inicio de la escorrentía superficial después de un periodo de tiempo una vez iniciada la precipitación. Se puede ver que la curva de recesión es moderada y representa la capacidad que tiene la Microcuenca para regular la salida de agua dentro del sistema hidrológico

Imagen 5. Medición de caudal parte media en época de invierno

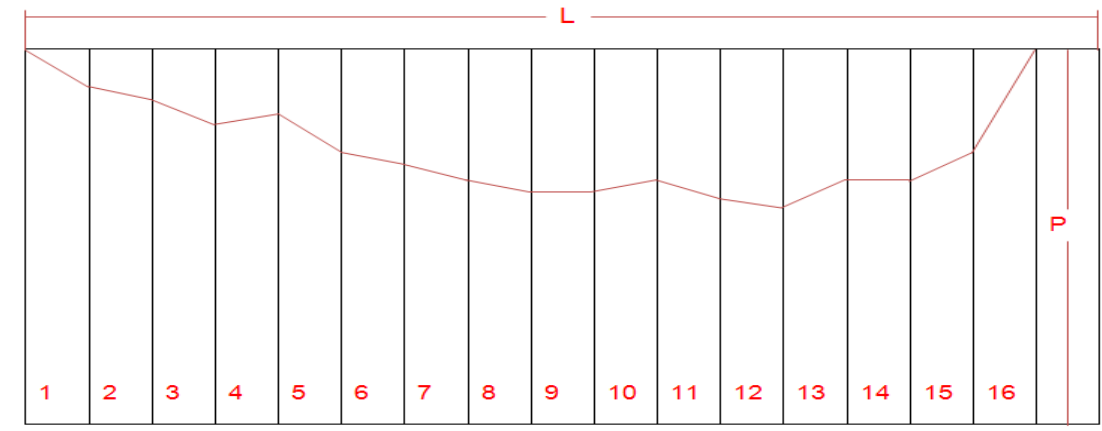


Ubicación: Norte: 06°56,841'

Oeste: 072°43,029'

Altura: 3986 msnm

Figura 18. Perfil del cauce, parte media de la Microcuenca en época de invierno



L= longitud del cauce, 1.60m

P= profundidad

Tabla 22 . Longitud y profundidad del cauce parte media en época de invierno

TRAMO	LONGITUD(cm)	PROFUNDIDAD(cm)
1	10	15
2	10	20
3	10	25
4	10	22
5	10	30
6	10	33
7	10	38
8	10	43
9	10	43
10	10	40
11	10	44
12	10	49
13	10	42
14	10	35
15	10	29
16	10	

Profundidad de flujo (y) $y = 49$ cm

Ancho superior (t) $t = 160$ cm

Área mojada (a)

$$A_{\text{trapecio}} = \frac{(\text{base mayor} + \text{base menor})(h)}{2}$$

Área total = $A_1 + A_2 + \dots + A_{16}$

Área total = 4975 cm^2 ó 0.4975 m^2

Tabla 23. Velocidad del cauce parte media en época de invierno

LAA (m)	Laa (m)	L (m)	T (seg)	V = L / t	V = (m / s)
2	2	4	2.44	1.6393	1.5987
			2.55	1.5686	
			2.33	1.7167	
			2.52	1.5873	
			2.7	1.4815	

LAA: longitud aguas arriba

Laa: longitud aguas abajo

$$V = 1.5987 \frac{m}{s}$$

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.4975m^2 \times 1.5987m/s = 0.7953 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 795.3LPS$$

Caudal de la Microcuenca quebrada Angosturas en época de verano tomado el jueves 20 de agosto del año 2015, parte baja.

Imagen 6. Medición de caudal parte baja en época de verano

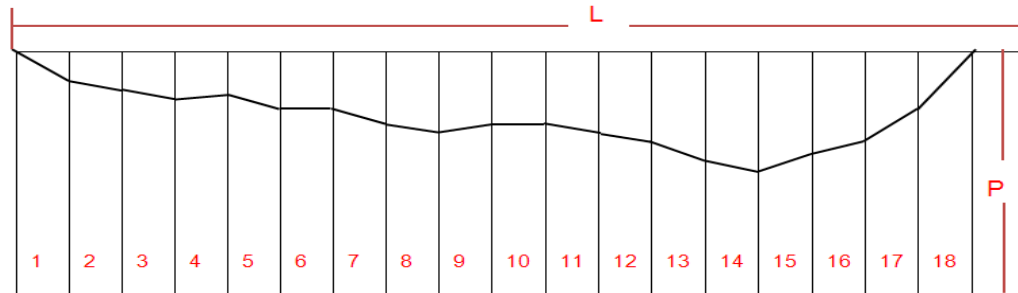


Ubicación: Norte: 06°56,231'

Oeste: 072°42,177'

Altura: 3505 msnm

Figura 19. Perfil del cauce, parte baja de la Microcuenca en época de verano



L= longitud del cauce, 1.80mt

P= profundidad

Tabla 24. Longitud y profundidad del cauce parte baja época de verano

TRAMO	LONGITUD(cm)	PROFUNDIDAD(cm)
1	10	29
2	10	38
3	10	44
4	10	42
5	10	47
6	10	47
7	10	53
8	10	56
9	10	55
10	10	55
11	10	58
12	10	61
13	10	65
14	10	69
15	10	72
16	10	58
17	10	56
18	10	41
19	10	

Profundidad de flujo (y) y = 72 cm

Ancho superior (t) t = 180cm

Área mojada (a)

$$A_{\text{trapecio}} = \frac{(\text{base mayor} + \text{base menor})(h)}{2}$$

Área total = A₁ + A₂ + + A₁₉

Área total = 9460 cm² ó 0.946 m²

Tabla 25. Velocidad del cauce parte baja época de verano

LAA (m)	Laa (m)	L (m)	T (seg)	V = L / t	V = (m / s)
2	2	4	5.56	0.7194	0.6774
			5.4	0.7407	
			6	0.6666	
			6.2	0.6451	
			6.5	0.6153	

$$V = 0.6774 \frac{m}{s}$$

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.946m^2 \times 0.6774m/s = 0.6408 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = \mathbf{640.8 \text{ LPS}}$$

Imagen 7. Medición de caudal parte media en época de verano

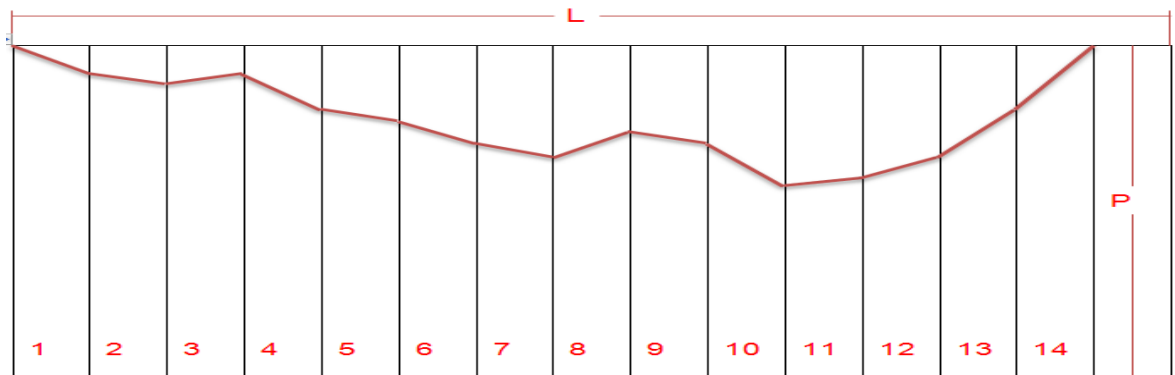


Ubicación: Norte: 06°56,841'

Oeste: 072°43,029'

Altura: 3986 msnm

Figura 20 . Perfil del cauce, parte media de la Microcuenca en época de verano



L= longitud del cauce, 140cm

P= profundidad

Tabla 26. Longitud y profundidad del cauce parte media en época de verano

TRAMO	LONGITUD(cm)	PROFUNDIDAD(cm)
1	10	13
2	10	16
3	10	12
4	10	21
5	10	25
6	10	32
7	10	39
8	10	27
9	10	22
10	10	51
11	10	46
12	10	40
13	10	16
14	10	

Profundidad de flujo (y) y = 51 cm

Ancho superior (t) t = 140cm

Área mojada (a)

$$A_{\text{trapecio}} = \frac{(\text{base mayor} + \text{base menor})(h)}{2}$$

Área total = A₁ + A₂ + + A₁₄

Área total = 3535 cm² ó 0.3535 m²

Tabla 27. Velocidad del cauce parte media en época de verano

LAA (m)	Laa (m)	L (m)	T (seg)	V = L / t	V = (m / s)
2	2	4	2.8	1.4285	1.3957
			3.2	1.25	
			2.92	1.3698	
			2.76	1.4492	
			2.7	1.4814	

LAA: longitud aguas arriba

Laa: longitud aguas abajo

$$V = 1.3957 \frac{m}{s}$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = 0.3535m^2 \times 1.3957m/s = 0.4934 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = 493.4 \text{ LPS}$$

Tabla 28. Caudal de la Microcuenca quebrada Angosturas

	PARTE MEDIA	PARTE BAJA
Caudal en época de invierno	795.3LPS	979 LPS
Caudal en época de verano	493.4LPS	640.8LPS

En la parte alta no se pudo hacer la medición de caudal, ya que por las condiciones del terreno se hace muy difícil obtener éste parámetro.

Imagen 8. Parte alta Microcuenca río Angosturas



• **Conflicto por uso del agua y uso del agua superficial:** la Microcuenca río Angosturas no sufre en la actualidad desabastecimiento del recurso hídrico para satisfacer las necesidades de la población, por ello aun no existen conflictos entre vecinos, pero por las malas prácticas utilizadas por los pobladores, la Microcuenca se ve seriamente amenazada, ya que hay gran cantidad de superficie desprovista de vegetación, perdiendo así el suelo la capacidad de retención de agua.

Todos los habitantes de la Microcuenca se proveen del recurso hídrico a través de acueductos individuales, no existiendo ningún impedimento de parte de la autoridad ambiental para extraer el recurso de manera adecuada y no derrochadora.

Existe un acueducto el cual se dirige hasta el casco urbano, es un tubo de 6 pulgadas y transporta un caudal de 54.724 LPS, el cual tiene concesión y ayuda a abastecer la demanda hídrica que se tiene en el casco urbano del municipio del cerrito.

El uso que se le da al agua en la Microcuenca es 48% para agricultura y riego de pasturas, 30% uso doméstico y 22% para ganadería.

Tabla 29. Uso del agua superficial

Caudal l/día		No. Usuarios	Demanda l/día			
Invierno	Invierno		Uso doméstico	Uso agrícola	Uso pecuario	Acueducto que va hacia el casco urbano
84'585.600	68'713.920	348	55.680	89.088	25.520	4'987.353.6

• **Afloramientos de agua presentes en la Microcuenca quebrada Angosturas**

Tabla 30. Afloramientos de agua

AFLORAMIENTO	PREDIO Y/O PROPIETARIO
Chamaco	Finca de Julio Cesar Conde
Pueblo nuevo	Finca de Uvaldo Antolinez
Cimbro ceba	Finca de Ricardo Conde
La lajita	Finca de Oliva Lizcano
El alto del Almorzadero	Finca de José Moreno
Cortadera	Finca de Segundo Antolinez
La amapola	Finca de Severiano Antolinez
Santa Ana	Finca de Roque Julio Antolinez
El Rocial	Finca de Isabel Antolinez
El Gallo	Finca de Vidal Pacheco
Pozo humado	Finca de Severiano Antolinez
Mortiño	Finca de Julio Cesar Conde
Las casitas	Finca de Susana Palencia
Cañaverales	Finca de Alfredo Bautista
Vega de cañaverales	Finca de Inocencia Jaimes
Agüita blanca	Finca de Rosa Rubiano
Bahondo	Finca de Francisco Peña
La angostura	Finca de Marco Rubiano
La peladita	Finca de Edgar Carvajal
Moto caído	Finca de Donald Conde
El yantenal	Finca de Ramón Moreno
Buenavista	Finca de Pedro Antonio Antolinez
Piñuela	Finca de Rodrigo Alarcón
Peñitas	Finca de Saúl Antolinez
Meseta	Finca de Alfonso Carvajal
La aldea	Finca de Polidoro Gross
El renacuajo	Finca de Israel Calderón
Laguna	Finca de Sacramento Antolinez
Piedra azul	Finca de Milton Antolinez
Hoya	Finca de Álvaro Moreno
Cajones	Finca de Segundo Antolinez
Poso junco	Finca de Antonio Antolinez
Mananguaní	Finca de Miriam Duarte
3 Laguna laches	Finca de Pedro Antolinez
Potreritos	Finca de Pablo Bautista
Carbonero	Finca de Arnulfo Peña
Retiro	Finca de Sucesión de Peñas
Bosque	Finca de José Ángel Martínez
Casa vieja	Finca de Otoniel Antolinez
Llano grande	Finca de Álvaro Moreno
Campo hermoso	Finca de José Antonio Rubiano
Pozo negro	Finca de Severo Ortiz
Los muros	Finca de Carmen Antolinez
Nichigal	Finca de Carmen Antolinez
2 Laguna cortadera	Finca de Polo Bautista
Trompetal	Finca de Carlos Flores
2 La pampa	Finca de Polidoro Gross

Fuente: EOT municipio del Cerrito y autores del proyecto

• **Análisis de la calidad de agua:** para este análisis, se tomaron dos muestras, una en la parte alta o nacimiento de la Microcuenca quebrada Angosturas, y la otra en la parte media donde se hace la captación del acueducto que va hacia el casco urbano del municipio del Cerrito, teniendo especiales cuidados de asepsia para no contaminar las muestras.

Imagen 9. Toma de muestras de agua para análisis



Las muestras fueron llevadas al laboratorio de aguas de las empresas públicas del municipio de Málaga Santander (ESPM) autorizado mediante Res. N°004911 de Dic 14 de 2006 del ministerio de la protección social para realizar el análisis de aguas para el consumo humano según decreto 1575 de 2007 y Res 2115 de 2007. Los ensayos realizados a las muestras fueron fisicoquímico y microbiológico (anexo b).

Parte alta de la Microcuenca: se analizaron los siguientes parámetros:

Análisis fisicoquímico Color verdadero= 8UPC (unidades de platino clobato. según el **artículo 7 del decreto 475 de 1998**, este valor esta por debajo del nivel admisible que es 15UPC.

Olor y sabor: según el **artículo 7 del decreto 475 de 1998** tiene un valor aceptable.

Turbiedad= 0 UNT (unidades nefelométricas de turbidez), lo cual es un valor que está por debajo del nivel admisible que es 5 UNT según el **artículo 7 del decreto 475 de 1998**.

Nitritos= $0.01 < 0.02$ mg/L, lo cual según el **artículo 8 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está por debajo del nivel admisible, el cual es de 0.1 mg/L.

Cloruros= $1.1 < 2.5$ mg/L, lo cual según el **artículo 8 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está por debajo del nivel admisible, el cual es 250 mg/L.

Dureza total= 23 mg/L, lo cual según el **artículo 8 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está por debajo del nivel admisible, el cual es 160 mg/L.

Hierro total= 0.25 mg/L, lo cual según el **artículo 8 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está por debajo del nivel admisible, el cual es 0.3 mg/L.

Sulfatos= 32 mg/L, lo cual según el **artículo 8 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está por debajo del nivel admisible, el cual es 250 mg/L.

Cloro total= $0.01 < 0.05$, lo cual según el **artículo 9 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está por debajo del nivel admisible, el cual está entre 0.2-1 mg/L.

Ph= 7.01, lo cual según el **artículo 10 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está dentro de los niveles admisibles, los cuales están comprendidos de 6.5-9

Análisis bacteriológico: coliformes totales= 65 UFC, según la **resolución 2115 de 2007**, este valor no es admisible.

Coliformes fecales= 3 UFC, según la **resolución 2115 de 2007**, este valor no es admisible.

En la parte alta, según los parámetros analizados, la muestra de agua se clasifica con nivel de riesgo alto (IRCA=47.06%). Presenta coliformes totales y coliformes fecales, que la apartan de los valores aceptables. Según la **resolución 2115 de junio de 2007** el agua no es apta para el consumo humano.

Parte media de la Microcuenca, se analizaron los siguientes parámetros:

Análisis fisicoquímico, color verdadero= 4UPC (unidades de platino clobato. según el **artículo 7 del decreto 475 de 1998**, este valor está por debajo del nivel admisible que es 15UPC.

Olor y sabor: según el **artículo 7 del decreto 475 de 1998** tiene un valor aceptable.

Turbiedad= 0 UNT (unidades nefelométricas de turbidez), lo cual es un valor que está por debajo del nivel admisible que es 5 UNT según el **artículo 7 del decreto 475 de 1998**.

Nitritos= 0.01<0.02 mg/L, lo cual según el **artículo 8 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está por debajo del nivel admisible, el cual es de 0.1 mg/L.

Cloruros= 0.5<2.5 mg/L, lo cual según el **artículo 8 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está por debajo del nivel admisible, el cual es 250 mg/L.

Dureza total= 118 mg/L, lo cual según el **artículo 8 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está por debajo del nivel admisible, el cual es 160 mg/L.

Hierro total= 0.05 mg/L, lo cual según el **artículo 8 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está por debajo del nivel admisible, el cual es 0.3 mg/L.

Sulfatos= 34 mg/L, lo cual según el **artículo 8 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está por debajo del nivel admisible, el cual es 250 mg/L.

Cloro total= 0.01<0.05, lo cual según el **artículo 9 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está por debajo del nivel admisible, el cual está entre 0.2-1 mg/L.

Ph= 7.45, lo cual según el **artículo 10 del decreto 475 de 1998**, es un valor que está dentro de los niveles admisibles, los cuales están comprendidos de 6.5-9

Análisis bacteriológico: coliformes totales= 53 UFC, según la **resolución 2115 de 2007**, este valor no es admisible.

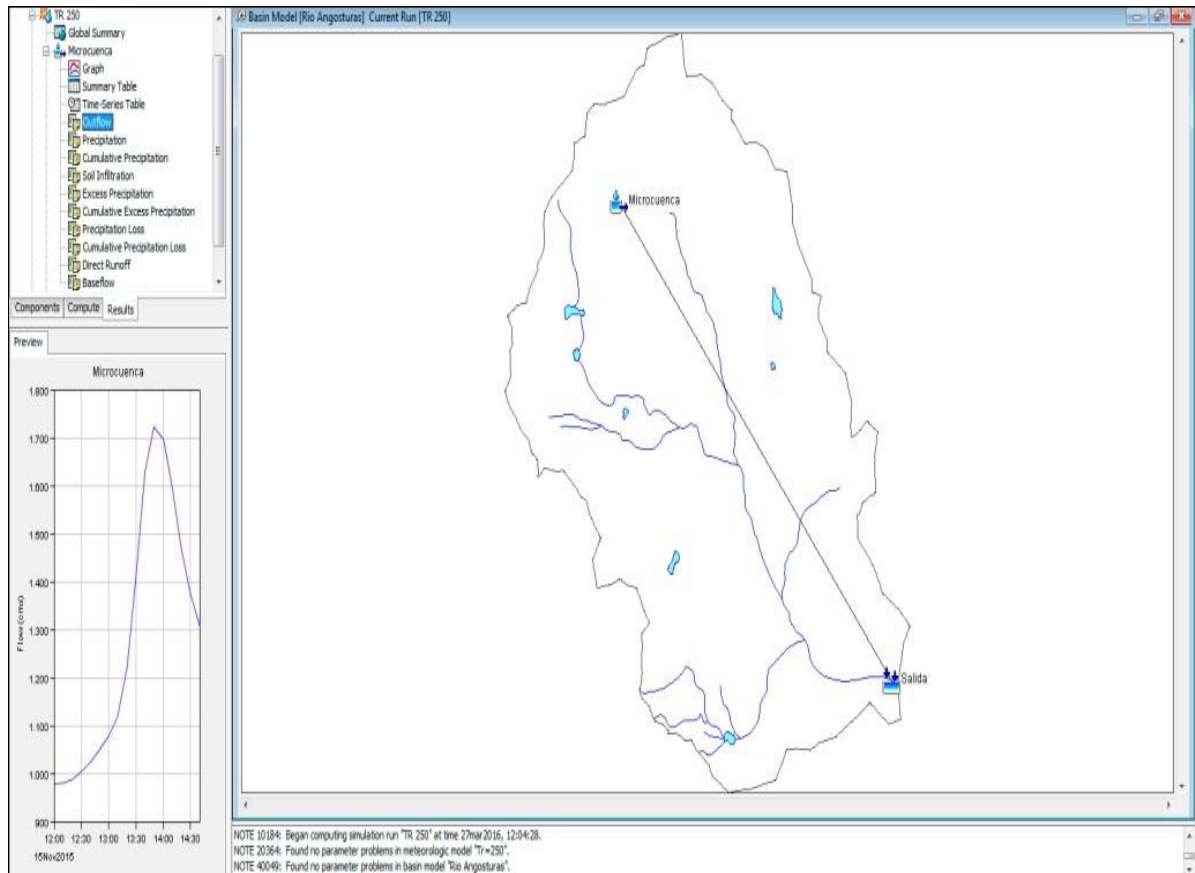
Coliformes fecales= 0 UFC, según la **resolución 2115 de 2007**, este valor es admisible.

En la parte media, según los parámetros analizados, la muestra de agua se clasifica con nivel de riesgo medio (IRCA=17.65%). Presenta coliformes totales, que la apartan de los valores aceptables. Según la **resolución 2115 de junio de 2007** el agua no es apta para el consumo humano.

El nivel de riesgo de la muestra de agua para el consumo humano en la parte alta es mayor que en la parte media, ya que en la parte media la muestra se tomó del tanque de captación del acueducto que va hacia el casco urbano, y por ende la mayoría de sedimentos presentes se almacenan en la parte baja del tanque.

- **Análisis de máximas avenidas**

Figura 21. Modelo Hidrológico en Hec HMS



En la figura 21 se representa el modelo hidrológico HMS de la Microcuena quebrada Angosturas” simulando el caudal para un tiempo de retorno de 250 años.

Resultados del análisis hidrológico: en la tabla 31 se presentan los resultados del número de curvas CN usado para el cálculo de la infiltración obtenidos mediante la ponderación de área de acuerdo al uso del suelo según la clasificación Corina Land Cover 2010 adaptada para Colombia.

Coberturas vegetales según la clasificación Corina Land Cover 2010 adaptada para Colombia.

Tabla 31. Resultados del número de curvas CN

Cobertura	Área ha (1)	Área %	CN (2)	(1)* (2)	CN
Afloramiento Rocoso	12,050	50,3	94	1132,7	83,72
Pastos Limpios	10,815	45,1	74	800,32	
Cultivos Limpios	0,0521	0,22	88	4,5874	
Arbustal Denso de Tierra Firme	1,0336	4,31	65	67,181	
Lagunas	0,0190	0,08	100	1,8980	
Total	23,97	100			

El 50.3 % del área de la Microcuenca quebrada Angosturas presenta afloramiento rocoso el cual es una cobertura con un número de curva CN = 94 lo que indica que más del 90% la precipitación genere escorrentía directa. El 45.1 % del área de cobertura de la Microcuenca corresponde a pastizales con CN = 74; el promedio ponderado por área de cada unidad de cobertura se estimó en 83.72 lo que muestra que esta Microcuenca por sus condiciones de antecedentes de humedad del suelo y zona de vida, presenta altos niveles en el manto freático, por los más del 80 % de precipitación neta contribuye a la escorrentía directa.

Se obtuvieron las series anuales de precipitación media proporcionadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM para un periodo de tiempo desde el año 1999 al año 2010, registrados en la estación Graja Tinagá en el municipio del cerrito con código 24035270 (IDEAM; 2015) ver tabla 32.

Tabla 32. Valores Mensuales de Precipitación en mm reportados en la estación Granja Tinagá

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	46,5	123,6	115,3	185,5	78,20	67,00	76,30	141,0	177,7	220,1	161,8	60,70
2005	27,8	102,2	65,70	82,20	47,80	29,10	72,60	46,30	159,3	137,9	114,6	48,70
2006	11,1	30,80	89,70	15,00	61,70	41,00	59,50	70,20	102,4	161,9	61,10	21,20
2007	3,40	13,40	77,30	150,0	166,6	120,3	32,80	53,80	151,4	102,7	2,000	86,90
2008	7,00	78,00	161,6	120,3	28,70	97,00	147,5	111,1	114,8	203,4	152,7	89,50
2009	50,1	62,40	79,30	161,2	145,0	95,80	58,30	78,10	219,7	188,7	138,6	26,50
2010	63,9	42,70	17,90	117,6	237,9	131,3	87,90	66,00	55,60	189,6	286,1	12,80
2011	31,5	6,100	111,4	223,5	256,2	83,07	76,41	80,93	140,1	172,0	131,0	49,47
2012	30,2	57,40	89,78	131,9	127,8	85,37	76,43	72,35	134,8	165,2	126,6	47,87
2013	30,1	47,23	74,86	111,2	108,0	93,41	76,98	76,07	131,3	169,1	128,3	47,75
2014	30,1	55,81	88,47	131,4	127,6	100,89	79,47	76,91	135,4	170,1	137,9	51,54
2015	29,6	50,10	90,3	146,8	145,6	86,10	72,20	103,6	143,1	168,8	122,7	53,30

Fuente: IDEAM, 2015

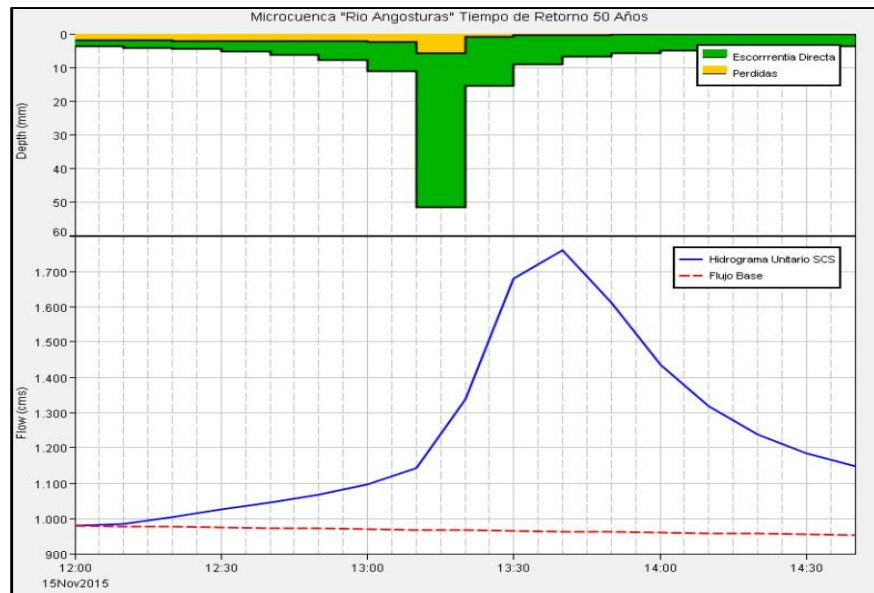
Según los reportes del IDEAM los meses con más intensidad de lluvia son abril septiembre y octubre, es donde presenta los picos de intensidad de lluvia, con el médelo hidrológico HMS a partir de estos datos de precipitación incremental se construyeron los Hietogramas de precipitación.

Para el análisis de un aguacero de 2.4 hr o 160 minutos con periodos de retorno de 50 y 250 años. Los métodos para realizar la simulación se conoce como Hidrograma Unitario SCS, Numero de CN para las perdidas y para flujo de base se tomaron caudales, antes del aguacero con valor de 979 LPS, durante el aguacero 1240.52 LPS y 240 minutos después iniciado el aguacero con 1000 LPS registrados, con los cuales se calcularon la constante de recesión de 0.7987 entre el cociente de los caudales en la tabla n se presentan las característica de los hidrogramas.

Tabla 33. Resumen de las principales características de los hidrogramas aguacero No.1

Tr Años	Q (m³/s)	Lluvia (mm)	Pérdidas (mm)	Esc. Directa (mm)	Flujo
50	1566.9	148.5	22.99	100.38	386.92
250	1723.2	181.4	23.95	126.32	386.92

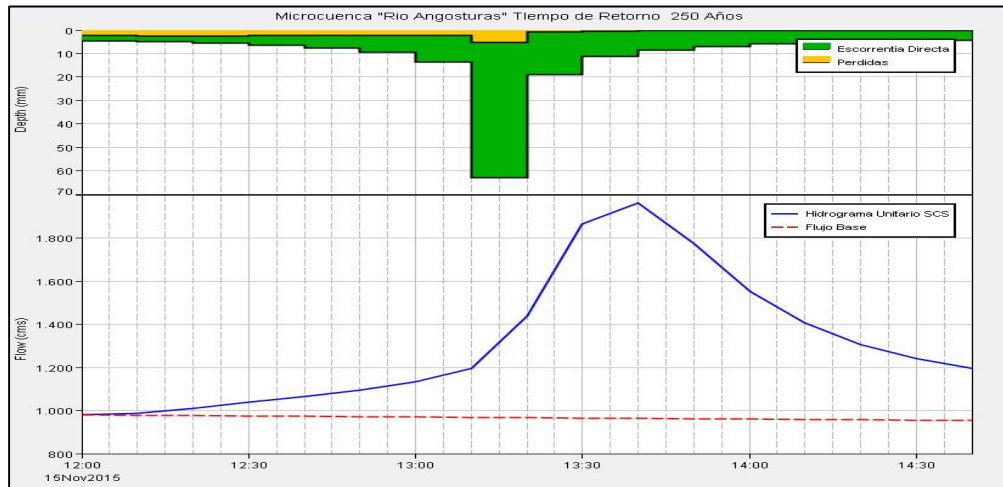
Grafica 11. Hietograma de precipitación incremental e Hidrograma de diseño para un periodo de retorno 50 años. Aguacero No. 1



Para el primer aguacero monitoreado el 21 de mayo de 2015, donde se aforaron caudales a las 12:00 pm al inicio del aguacero, a los 156 min iniciado el aguacero y a 240 min del inicio del aguacero, 84 min después que había dejado de llover para conocer fisiográficamente el comportamiento lluvia-escorrentía con el que se determinó el flujo base el cual se mantiene a lo largo del aguacero.

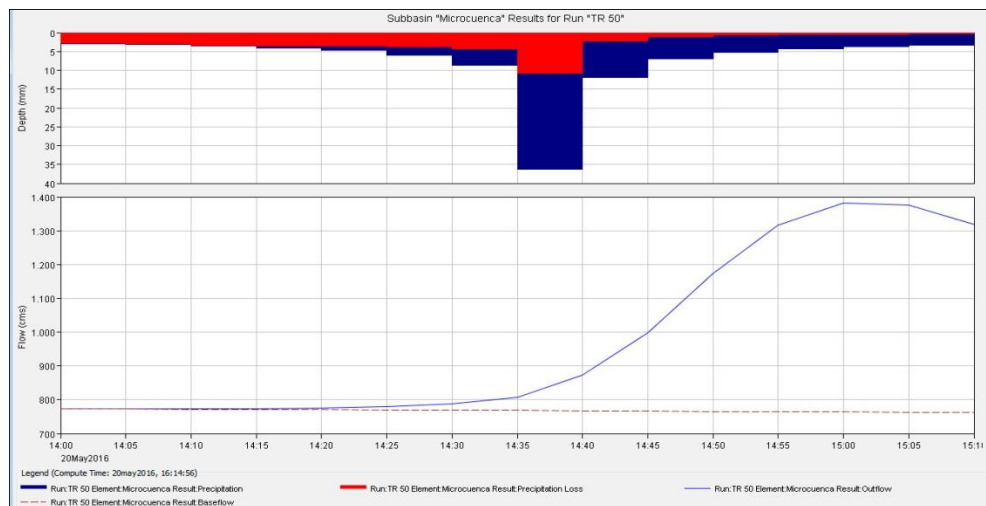
La escorrentía superficial inicia a los 10 min de haber iniciado el aguacero y alcanza su pico máximo 85 minutos después de generado el escurrimiento superficial pero al pico máximo de lluvia se produjo 75 min después del inicio de la lluvia.

Grafica 12. Hietograma de precipitación incremental e Hidrograma de diseño para un periodo de retorno 250 años. Aguacero No. 1



Para el segundo aguacero registrado el 20 de mayo de 2016 época de menor lluvia, se aforaron caudales durante un periodo de una hora diez minutos, usando el modelo de precipitación incremental se elaboró el hietograma e hidrograma de diseño.

Grafica 13. Hietograma de precipitación incremental e hidrograma de diseño para un periodo de retorno de 50 años aguacero No.2

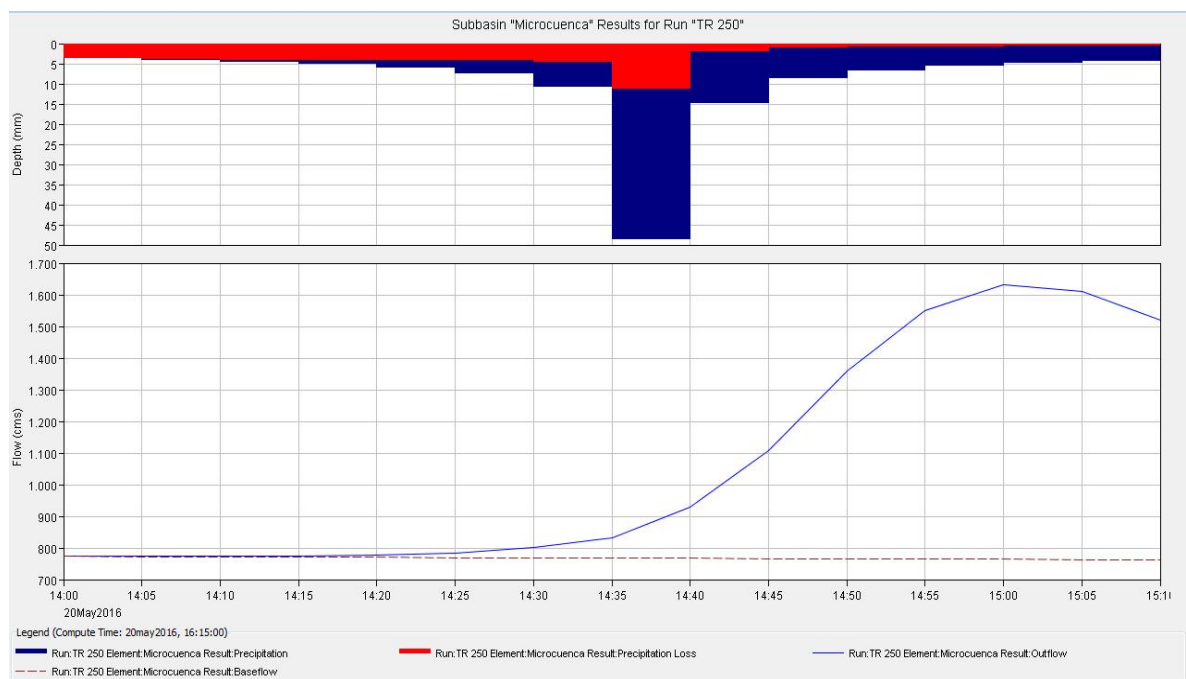


Para el segundo aguacero monitoreado el 18 de mayo de 2016, se aforaron caudales a la 14:00 al inicio del aguacero obteniendo un caudal de 774 LPS, luego de 70 minutos de empezar a llover 1035 LPS y por ultimo 170 minutos después 795LPS.

Para el segundo aguacero registrado el 20 de mayo de 2016 época de menor lluvia, se registraron caudales

La escorrentía superficial inicia a los 18 minutos después de haber iniciado el aguacero y alcanza su pico máximo 60 minutos después de generado el escurrimiento superficial pero el pico máximo de lluvia se produjo en el minuto 40 después del inicio de la lluvia.

Grafica 14. Hietograma de precipitación incremental e hidrograma de diseño para un periodo de retorno de 250 años. Aguacero No.2



La escorrentía superficial inicia a los 10 minutos después de haber iniciado el aguacero y alcanza su pico máximo 60 minutos después de generado el escurrimiento superficial pero el pico máximo de lluvia se produjo en el minuto 40 después del inicio de la lluvia.

Tabla 34. Resumen de las principales características de los hidrogramas aguacero No.2

Tr Años	Q (m ³ /s)	Lluvia (mm)	Pérdidas (mm)	Esc. Directa (mm)	Flujo
50	1383	104.94	40.26	36.10	134.56
250	1633	132.2	42.81	51.29	134.56

Suelos: la importancia del suelo como recurso la constituye su capacidad de sostener vegetales, eslabón primario en la cadena trófica base de la existencia del hombre y de los animales.

Esta capacidad no es inagotable, se puede deteriorar y aún desaparecer. En nuestro país, los efectos de los diversos agentes erosivos son apreciables, debido a factores físicos (regiones montañosas) y climáticos (inviernos fuertes y veranos prolongados). Si a esto se le suma la presión de la población sobre el recurso y su uso inadecuado, la magnitud y complejidad del problema obliga el concurso de todas las instituciones municipales y una amplia participación de la comunidad.

El suelo es uno de los parámetros de mayor peso en un estudio de Ordenamiento Territorial. Es un complejo sistema en el que intervienen agua, aire, material rocoso meteorizado y descompuesto, materia orgánica, que proviene de la descomposición animal y vegetal, estrechamente ligado a miles de seres vivos (macro y microorganismos).

Los suelos de estos páramos se pueden diferenciar según la posición que ocupan en el paisaje. En los sectores de mayores pendientes, se encuentran suelos

superficiales, pedregosos y ricos en materia orgánica, cuyas clases dominantes son Cryorthents, Cryumbrepts y Udorthents. En los resaltos y laderas intermedias (de menorpendiente), los suelos son moderadamente profundos, ricos en materia orgánica y de fertilidad baja. Las principales clases que dominan son Dystrudepts y Humic Dystrudepts.

Perfil del suelo de la Microcuenca parte media: se hizo una calicata de 1mt de ancho por 1mt de largo por 1mt de profundidad.

Nombre de la finca: Huerta larga

Propietario: Antonio Antolines Murillo

Ubicación:

Norte: 06°56,300'

Oeste: 072°41,936'

Altura: 3522msnm

Pendiente: 13%

Uso actual del suelo: Barbecho

Zona de vida: Bosque húmedo montano (bh-M) (Páramo o subpáramo húmedo)

Vegetación presente en la zona: Mortiño (*Hesperomeles goudotiana*), kikullo, ciprés (*Cupressus* sp), Eucalipto (*Eucaliptus globulus*), Chocho (*Lupinus interruptus*).

Imagen 10 . Calicata para determinar perfil del suelo en la parte media de la Microcuenca



Propiedades físicas: el manejo de las propiedades físicas del suelo por lo general es menos relevante en los sistemas agrícolas tradicionales, donde los cultivos requieren bajas profundidades para el desarrollo radicular y casi todos los agricultores se preocupan más por la fertilidad natural, que pueden tener mayor influencia en la producción de las cosechas. Sin embargo, cuando el sistema de manejo es más intensivo y mecanizado, las propiedades físicas como la textura, pueden limitar el uso eficiente de la maquinaria.

En las plantaciones forestales para producción de madera, algunas propiedades físicas como el drenaje y la profundidad efectiva pueden tener la influencia más directa en el crecimiento de los árboles. Otras características como la textura, estructura y color, tienen efectos más indirectos que directos sobre el crecimiento, ya que éstas están más relacionadas con la humedad, aireación, temperatura y disponibilidad de nutrimentos en el suelo, factores que pueden ser limitantes de la productividad forestal.

Horizonte A: Presenta gran cantidad de materia orgánica

Textura: franco-arenosa

Estructura: bloques subangulares

Consistencia: presenta buenas condiciones de adhesión y resistencia a las fuerzas que tienden a deformar o quebrar la masa del suelo, esto se debe al gran contenido de humedad presente.

Color: es una de las características más importantes, y se utiliza principalmente para diferenciar los horizontes, en este caso el Horizonte A presenta un color negro, y el Horizonte B presenta un color marrón rojizo.

Profundidad hasta donde aún se encuentran raíces: 84cm

Profundidad efectiva (profundidad hasta Horizonte B): 84cm, se califica como moderadamente superficial. (Parent, 1997).

Imagen 11. Horizontes del suelo parte media de la Microcuenca



Imagen 12. Determinación textura del suelo parte media de la Microcuenca



• Perfil del suelo parte baja de la Microcuenca

Imagen 13. Perfil del suelo parte baja de la Microcuenca



Ubicación:

Norte: 06°55,241'

Oeste: 072°41.971'

Altura: 3480msnm

Pendiente: 17%

Uso actual del suelo: pastoreo de ganado vacuno

Zona de vida: Bosque húmedo montano (bh-M), (Páramo o subpáramo húmedo)

Vegetación presente en la zona:

Horizonte A: Presenta gran cantidad de materia orgánica

Textura: franca

Estructura: bloques subangulares

Consistencia: presenta buenas condiciones de adhesión y resistencia a las fuerzas que tienden a deformar o quebrar la masa del suelo, esto se debe al gran contenido de humedad presente.

Color: es una de las características más importantes, y se utiliza principalmente para diferenciar los horizontes, en este caso el Horizonte A presenta un color negro, y el Horizonte B presenta un color ocre.

Profundidad hasta donde aún se encuentran raíces: 76cm

Profundidad efectiva (profundidad hasta Horizonte B): 76cm, se califica como moderadamente superficial. (Parent, 1997).

Imagen 14. Determinación textura del suelo parte baja de la Microcuenca



Análisis físico químico del suelo de la Microcuenca río angosturas

Imagen 15. Obtención de muestras de suelo para análisis fisicoquímico



• **Interpretación de resultados arrojados por el análisis de suelos** (anexo 3)
(Interpretación basada en: ICA, 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25.)

Figura 22. Interpretación de resultados análisis de suelo

DETERMINACION ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR*	INTERPRETACIÓN*
pH		Potenciométrico	5,40	FUERTE A EXTREMADAMENTE ACIDO
Conductividad eléctrica	dS/m	Conductivimetro suelo:agua 1:5	0,21	NO SALINO
Materia orgánica (MO)	%	Walkey & Black	8,15	
Fósforo disponible (P) Bray II	mg/kg	Bray II	8,81	BAJO
Azufre disponible (S)	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	6,02	BAJO
Acidez intercambiable (Al+H)	cmol _c /kg	KCl	2,39	
Aluminio intercambiable (Al)	cmol _c /kg	KCl	2,12	RESTRICTIVO
Calcio intercambiable (Ca)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	2,22	BAJO
Magnesio Intercambiable (Mg)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	0,44	BAJO
Potasio intercambiable (K)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	0,16	BAJO
Sodio intercambiable (Na)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	0,08	NORMAL
Capacidad de intercambio cationico (CICE)	cmol _c /kg	Suma de cationes	5,30	BAJO
Hierro disponible (Fe) olsen	mg/kg	Olsen modificado	403,90	ALTO
Manganeso disponible (Mn) olsen	mg/kg	Olsen modificado	7,86	MEDIO
Zinc disponible (Zn) olsen	mg/kg	Olsen modificado	1,47	BAJO
Cobre disponible (Cu) olsen	mg/kg	Olsen modificado	3,21	ALTO
Boro disponible (B)	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	0,73	ALTO
SATURACION DE BASES				
Saturacion de Calcio	42%	Medio		
Saturacion de Magnesio	8%	Bajo		
Saturacion de Potasio	3%	Alto		
Saturacion de Sodio	1%	Normal		
Saturacion de Aluminio	40%	RESTRICTIVO		
RELACIONES IÓNICAS				
Relacion Ca/Mg	5,0			
Relacion (ca+Mg)/K	16,2			
Relacion Mg/K	2,7			
Relacion Ca/B	605			

Elemento	Nivel
Mo	Bajo
P	Bajo
S	Bajo
Ca	Bajo
Mg	Bajo
K	Bajo
Fe	Alto
Mn	Medio
Zn	Bajo
Cu	Alto
B	Alto

Fuente: Centro De Investigación Tibaitata, Corpoica, 2015.

• **Contenido de humedad en el suelo:** se tomó una muestra de suelo en húmedo, posteriormente se pesó; después de unos días cuando la muestra ya estaba totalmente seca se volvió a pesar y se determinó el contenido de humedad.

Peso húmedo= 2060 gr

Peso seco= 1760 gr

Peso perdido= 2060 gr – 1760 gr = 300 gr

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{300 \times 100}{2060}$$

Contenido de humedad = 14.56%

Uso actual del suelo

Figura 23. Uso actual del suelo de la Microcuenca quebrada Angosturas

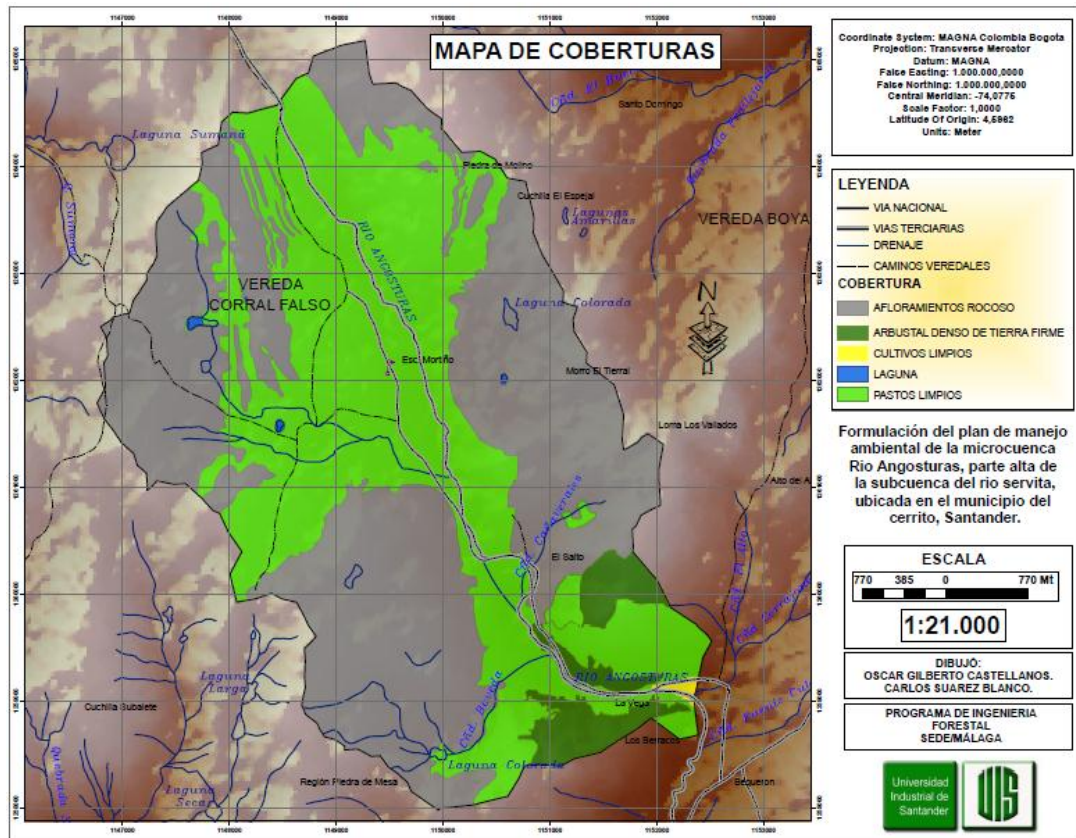


Tabla 35. Uso actual del suelo

USO ACTUAL	ÁREA (km ²)	PORCENTAJE (%)
Afloramientos rocosos	12,05023	50,27
Arbustal denso de tierra firme	1,03356	4,29
Cultivos limpios	0,05213	0,22
Lagunas	0,02248	0,09
Pastos limpios	10,81511	45,09

Afloramientos rocosos: en la Microcuenca representan 12,05023km². Son áreas en las cuales la superficie del terreno está constituida por capas de rocas expuestas, sin desarrollo de vegetación, generalmente dispuestas en laderas abruptas, formando escarpes y acantilados; así como zonas de rocas desnudas relacionadas con la actividad volcánica o glaciaria. Asociados con los afloramientos rocosos se pueden encontrar depósitos de sedimentos finos y gruesos, de bloques o de cenizas.

Arbustal denso de tierra firme: en la Microcuenca representan 1,03356km². Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, pero que puede presentar elementos arbóreos dispersos cuya cubierta representa más del 70% del área total de la unidad. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales (IGAC, 1999).

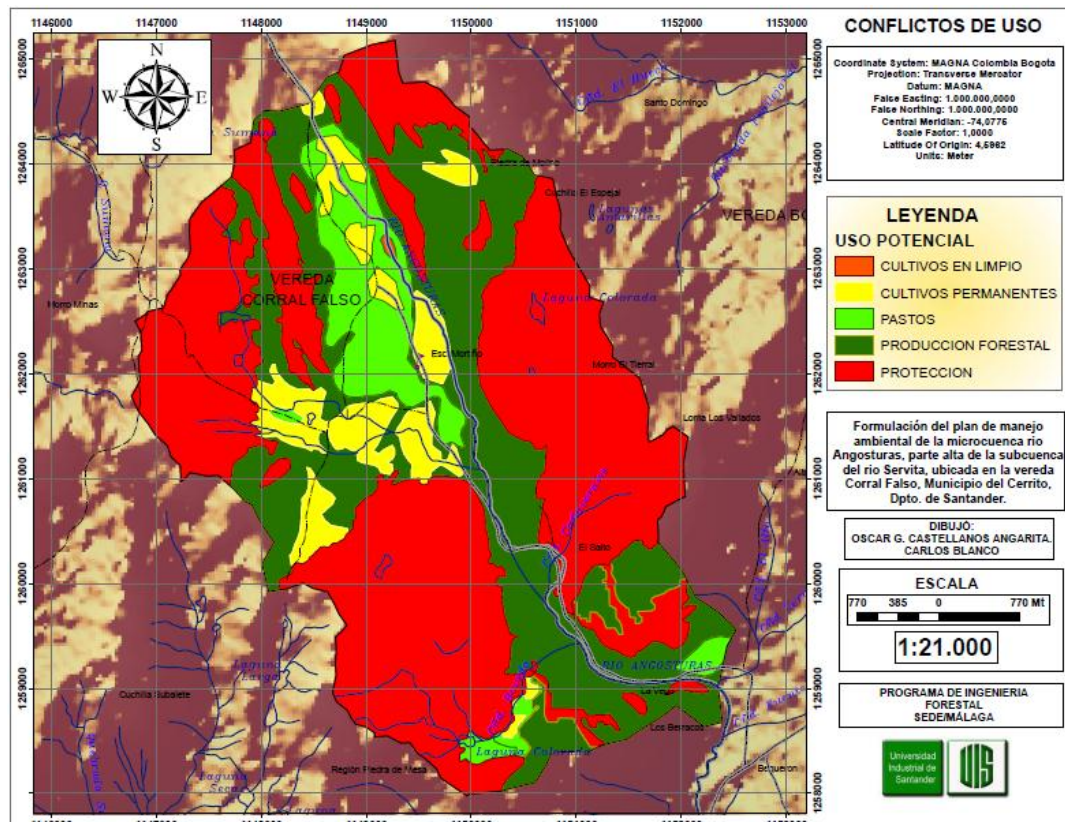
Cultivos limpios: en la Microcuenca representan 0,05213km². Permiten la renovación periódica y continua del suelo para el sembrío de plantas herbáceas o semiarbustivas de corto período vegetativo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras, por su alta calidad agrológica, pueden dedicarse a otros fines (Cultivo Permanente, Pastoreo, Producción Forestal y Protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo en limpio o cuando el interés social del Estado lo requiera.

Lagunas: en la Microcuenca representan 0,02248km². Depósito natural de agua que está separado del mar y es de menores dimensiones, sobre todo en profundidad que un lago, pudiendo su agua ser tanto dulces como salobres, y hasta saladas

Pastos limpios: en la Microcuenca representan 10,81511km². Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastizales con un porcentaje de cubrimiento mayor al 70%, son evidentes prácticas de manejo como limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc. Estas prácticas impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas.

Uso potencial del suelo

Figura 24. Uso potencial del suelo de la Microcuenca quebrada Angosturas



Éste mapa es diseñado basado en las aptitudes del suelo, pero por las características de la zona, la Microcuenca río Angosturas debe estar destinada solo a fines de protección y conservación.

El mapa muestra las potencialidades del suelo, representadas en cultivos en limpio, cultivos permanentes, pasturas, producción forestal y zonas para protección.

Tabla 36. Uso potencial del suelo

USO POTENCIAL	ÁREA (km²)	Porcentaje (%)
Tierras aptas para cultivos en limpio	0,020037	0,08
Tierras aptas para cultivos permanentes	1,7672	7,37
Tierras aptas para pastoreo	1,8259	7,62
Tierras aptas para producción forestal	7,7044	32,14
Tierras de protección	12,655	52,77

Tierras aptas para cultivos en limpio: en la Microcuenca representan 0,020037km². Reúnen condiciones ecológicas que permiten la renovación periódica y continua del suelo para el sembrío de plantas herbáceas o semiarbusivas de corto período vegetativo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras, por su alta calidad agrológica, podrán dedicarse a otros fines (Cultivo Permanente, Pastoreo, Producción Forestal y Protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo en limpio o cuando el interés social del Estado lo requiera.

Tierras aptas para cultivos permanentes: en la Microcuenca representan 1,7672km². Son aquellas cuyas condiciones ecológicas no son adecuadas a la remoción periódica y continuada del suelo, pero que permiten la implantación de cultivos perennes, sean herbáceas, arbustivos o arbóreos, así como forrajes, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la

capacidad del suelo ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse a otros fines (Pastoreo, Producción Forestal y Protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo permanente o cuando el interés social del Estado lo requiera.

Tierras aptas para pastoreo: en la Microcuenca representan 1,8259km². Son las que no reúnen las condiciones mínimas requeridas para el cultivo en limpio o permanente, pero que permiten su uso continuado o temporal para el pastoreo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse para otros fines (Producción Forestal o Protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de pastoreo o cuando el interés social del Estado lo requiera.

Tierras aptas para producción forestal: en la Microcuenca representan 7,7044km². No reúnen las condiciones ecológicas requeridas para su cultivo o pastoreo, pero permiten su uso para la producción de maderas y otros productos forestales, siempre que sean manejadas en forma técnica para no causar deterioro en la capacidad productiva del recurso ni alterar el régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse a protección cuando el interés social y económico del Estado lo requiera.

Tierras de protección: en la Microcuenca representan 12,655km². Están constituidas por aquellas que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivo, pastoreo o producción forestal. Se incluyen dentro de este grupo: picos, nevados, pantanos, playas, cauces de ríos y otras tierra, que aunque presenten vegetación natural boscosa, arbustiva o herbácea, su uso no es económico y deben ser manejadas con fines de protección de cuencas

hidrográficas, vida silvestre, valores escénicos, científicos, recreativos y otros que impliquen beneficio o de interés social.

Conflicto de uso de los suelos: cuando se tiene un uso inadecuado de los suelos, se genera conflictos y desequilibrios al ecosistema. El uso actual y el uso potencial de los suelos permiten generar un mapa de conflictos para poder ver en que sitios de la Microcuenca se están generando usos erróneos del recurso suelo.

Figura 25 . Mapa de conflictos Microcuenca quebrada Angosturas

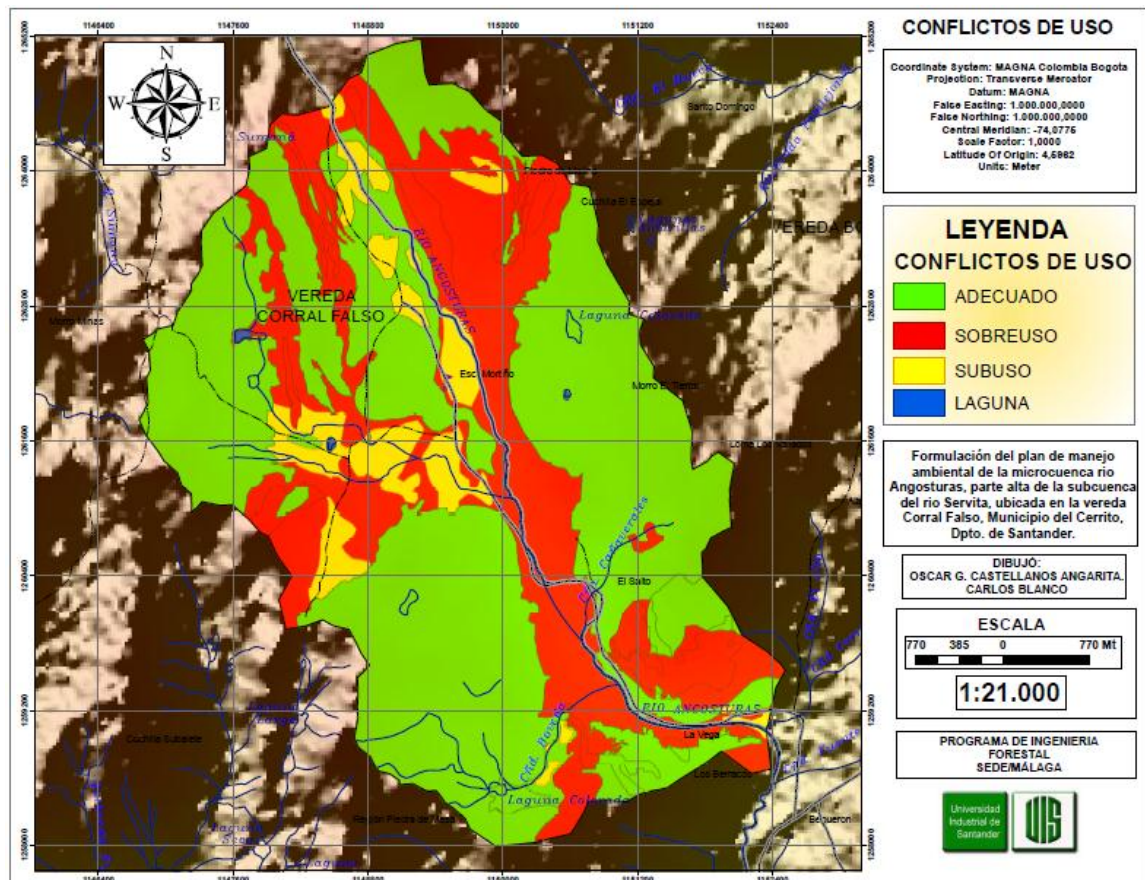


Tabla 37. Conflictos de uso del suelo

CONFLICTOS DE USO	ÁREA (km²)	Porcentaje (%)
Uso adecuado	14,49734	60,45
Sobreuso	7,66665	31,98
Subuso	1,7861	7,45

Uso adecuado: en la Microcuenca representan 14,49734km². Son áreas donde el uso actual corresponde al uso potencial de las tierras; o su utilización está protegiendo acuíferos o cabeceras de cuencas hidrográficas.

Sobreuso: en la Microcuenca representan 7,66665km². Corresponden a áreas en las cuales el uso actual es mayor que el uso potencial que puede soportar; es decir, están sometidas a actividades intensivas las cuales exceden su capacidad de uso, ocasionando deterioro en los terrenos, debido a cultivos semestrales y pastos en pendientes inclinadas y erosionadas, cuya vocación es primordialmente agroforestal. Se presenta uso inadecuado en las ganaderías establecidas en tierras con vocación para sistemas agrosilvopastoriles.

Subuso: en la Microcuenca representan 1,7861km². Son áreas en las cuales el uso está muy por encima del uso potencial que puede soportar. Ej. Zonas de recarga o nacimientos de cuencas hidrográficas con usos intensivos, ocasionando deterioros importantes en los ecosistemas. Ocurre cuando el uso actual presenta excesiva actividad respecto al uso que se le puede dar, por la presencia de pastos en zonas de ladera, áreas erosionadas y cuya vocación es agroforestal o zonas de protección con algún tipo de actividad.

Geología: la ubicación del municipio en la Cordillera Oriental lo enmarca bajo la acción tectónica de las placas de Nazca, Caribe, y Sur Americana, que han ocasionado el levantamiento de esta. Dicha cordillera se encuentra basada sobre materiales protolito de corteza continental y posteriormente metamorfizados e intruidos por magmas félsicos, acompañados por una secuencia de sedimentitas y

metasedimentitas paleozoicas y otra de sedimentitas que inicia en el jurásico finalizando en el terciario, en donde se inicia la depositación de los materiales cuaternarios de origen glacial, aluvial y coluvial. De manera general se presentan las rocas más antiguas en el centro de la cordillera y las jóvenes se preservan en sus flancos. En la región nordeste de la cordillera incluyendo el macizo de Santander se presenta numerosos plutones, los cuales separan la cuenca de Maracaibo y Barinas - Apure de la cuenca del Magdalena Medio. El área municipal se encuentra totalmente incluida en la cuenca de Maracaibo, y en ella solo se observa el afloramiento de rocas sedimentarias Cretácicas y Terciarias, suprayacidas por los depósitos cuaternarios.

Análisis Estructural: el área de García Rovira presenta un comportamiento estructural dominado por esfuerzos compresivos, en donde el fallamiento inverso, el plegamiento complejo y los anticlinales asimétricos delimitados por sinclinales en ambos flancos, son los rasgos más sobresalientes.

Figura 26. Mapa geológico

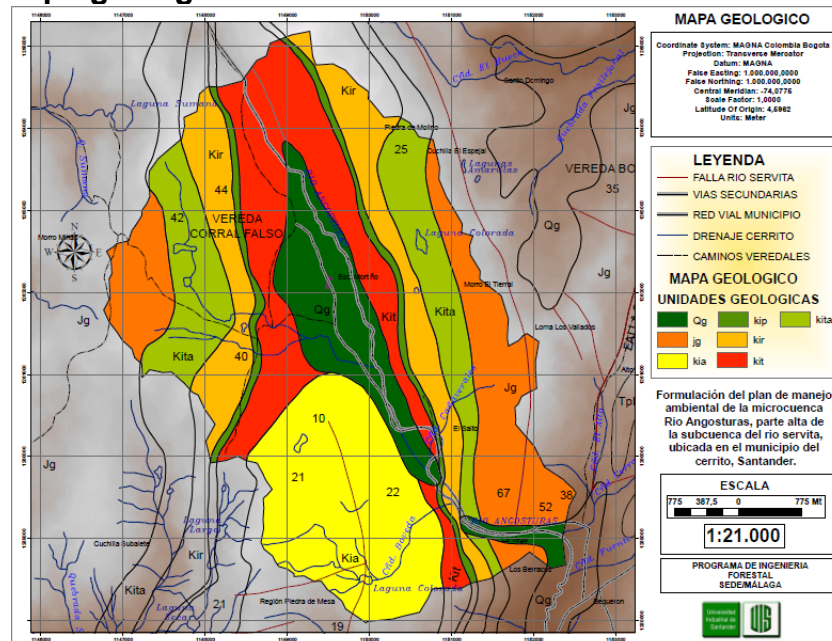


Tabla 38. Unidades geológicas

UNIDADES GEOLOGICAS	ÁREA (km ²)	PORCENTAJE (%)
jg(Formación Girón)	3,7321108	15,56
kia(Formación Aguardiente)	4,71341375	19,65
kip(Formación La Paja)	0,91599026	3,82
kir(Formación Rosa Blanca)	3,57709168	14,92
kit(Formación Tablazo)	4,38471292	18,27
kita(Formación Tambor)	3,66230373	15,27
Qg (Depósitos Glaciales)	2,93676835	12,22

Falla Servitá: el trazo de la falla se encuentra localizada al Este del municipio del Cerrito, es de tipo inverso con dirección N. S y en su transcurso controla el cauce del río Servita. Enfrenta litologías del Cretáceo con el Terciario. Desde su terminación en la Falla de Bábeга, la de Servitá se dirige con ligeras desviaciones hacia el Sur y sirve de límite entre las Cuencas Estructurales de Málaga al Oeste y del Cerrito al Este (Cuadrángulo H - 13, c-4, w-a, c-8, W). El mayor desplazamiento vertical está en la parte Norte (c-5, W), donde las fallas Servitá y Chitagá definen una fosa con área pequeña de unos 4 kms de ancho que parece ser la extensión Norte del Sinclinal delgadito. Como los estratos mas bajos del Terciario del flanco Occidental del sinclinal están volcados y buzan hacia el Oeste, probablemente ocurre un sinclinal asimétrico en la profundidad; por otro lado el desplazamiento de la falla puede exceder los 3000 mts. La falla muere rápidamente al Norte donde el Ortoneis se encuentra a lado y lado de la misma. El desplazamiento disminuye gradualmente hacia el Sur y se ramifica en las formaciones del Cretáceo.

Unidades geológicas

Depósitos Glaciales (Qg): esta unidad geológica ocupa un área de 2,936768km² en la Microcuenca. Estos depósitos son de forma típicamente lineal a media luna y ocurren como morrenas a lo largo de los valles o como morrenas laterales y terminales que los flanquean y atraviesan. En algunos sitios depósitos fluvio

glaciales cubren los pisos de los valles. En muchos lugares, las morrenas terminales han sido parcial a enteramente removidas por corrientes fluvio glaciales o modernas y solamente quedan las laterales.

Los depósitos glaciales se formaron por glaciales de circo que en un principio ocuparon las cabeceras de valles favorablemente situados. Las morrenas difícilmente llegan a los 3.200 m de altitud. Sobre esta altura la erosión glacial es común y áreas extensas de roca fresca desmantelada del material meteorizado están expuestas, particularmente encima de los 3.600 m. Los lagos glaciales son comunes en muchas partes del territorio montañoso. Los depósitos glaciales son simples y, hasta donde se ha podido determinar, de sólo una edad. Son comunes, depósitos fluvio glaciales de valle, aguas abajo de los sitios glaciales. Estos depósitos pueden reconocerse por su asociación con morrenas y porque cerca de las cabeceras los depósitos contienen cantos de mayor tamaño que los que están siendo movidos por las corrientes actuales. Los depósitos de valle parecen pasar a los de terraza en la parte baja de los valles. Los depósitos de terraza de gran parte del área son discontinuos y fragmentarios debido a las fuertes pendientes de los valles angostos en algunas de las corrientes de montaña. Sin embargo la mayoría de las terrazas, si no todas, en los valles más grandes del territorio montañoso, se depositaron simultáneamente con la glaciación. Esta probablemente estuvo acompañada por precipitación creciente (Van Der Hammen y González, 1963 en Ward y Goldsmith, 1973), que ocasionó incremento en la erosión y transporte por las corrientes en el territorio montañoso.

Formación Girón (Jg): esta unidad geológica ocupa un área de 3,783211km² en la Microcuenca. En la zona de García Rovira la formación se encuentra descrita de la siguiente manera: Conglomerados masivos, lenticulares, arenisca conglomeráticas, gris amarillentas a pardo rojizas y limolitas pardo rojizas.

Formación Aguardiente (Kia): esta unidad geológica ocupa un área de 4,71341km² en la Microcuenca. Esta formación se designa por el Filo del

Aguardiente, en la parte central del Cuadrángulo G-13 (Notestein et al, 1944, p.1177 en Ward y Goldsmith, 1973). Allí consiste de más de 200 m de arenisca glauconítica y calcárea, de grano grueso, gris o verde claro, extremadamente dura y de estratificación cruzada. Shale carbonáceo, micáceo y negro, se encuentra en capas delgadas y láminas; hay unas pocas capas delgadas y de caliza en la parte inferior. Se considera conforme con la subyacente Formación Mercedes y la super yacente Formación Capacho en Colombia.

El espesor y la naturaleza resistente de las capas masivas de arenisca de la Formación Aguardiente, la hace una unidad fácilmente cartografiable tanto en el campo como en las fotografías aéreas. Las complejidades estructurales generalmente no enmascaran este carácter, como es a menudo el caso con las unidades más delgadas o menos competentes.

En la zona de García Rovira la formación se encuentra descrita de la siguiente manera: Arenisca blanca, cuarzosa, con cemento silíceo de grano medio a grueso, ligeramente conglomerática en bancos muy gruesos con estratificación cruzada. Intercalaciones de limolitas grises oscuras a negras y de areniscas de grano muy fino con estratificación ondulosa a lenticular hacia la base de la formación, unas intercalaciones de limos negros, carbonosos, con restos de plantas fósiles. La parte central de la formación es muy maciza y las intercalaciones lodosas son escasas y delgadas. En el tercio superior de la formación las areniscas son glauconíticas y las intercalaciones lodosas son más espesas.

Formación La Paja (Kip): esta unidad geológica ocupa un área de 0,91599km² en la Microcuenca. La formación fue designada por O. C. Wheeler; está compuesta por shales negros micáceos, limosos, ligeramente calcáreos y delgadamente laminados. Los 250 – 300 mts inferiores contienen concreciones de caliza, nódulos septarios y venas de calcita. Los límites con la infrayacente Formación Rosa Blanca y la suprayacente Formación Tablazo son conformes y bien definidos. La formación va del Barremiano al Aptiano en el Sur y al Aptiano en el Norte. Este

tipo de trasgresión ha sido revelado por un estudio de la fauna de amonites hallada en la parte inferior en la formación en varios lugares (Morales et al, 1958, p. 650). Una fuerte trasgresión similar en el tope de la formación no es evidente. Debido a que la formación La Paja adelgaza mucho de Oeste a Este, no hay unidad formacional para relacionarla en la sección de la Cuenca de Maracaibo. Sin embargo, en el tope de la Formación Tibú hay un cambio repentino de caliza a shale negro en la base de la Formación Mercedes. Los shales forman una gran parte del tercio inferior del Mercedes en el área de la Concesión Barco (Notestein, et, p. 1944, p. 1177). En la zona de García Rovira la formación se encuentra descrita de la siguiente manera: Lutita negra, blanda, en capas delgadas.

Formación Rosa Blanca (Kir): esta unidad geológica ocupa un área de 3,57709km² en la Microcuenca. La sección tipo generalmente aceptada es la del Cañón del Río Sogamoso, en el sitio el Tablazo, donde la formación consiste de caliza masiva, dura, gris azulosa, fosilífera de textura gruesa, con muchas capas margosas, que pasan a caliza de textura fina, negra y arcillosa hacia el tope. En conformable con la Formación Tambor y la suprayacente Formación Paja. La formación adelgaza grandemente al Este sobre el Macizo de Santander. A causa de la rápida meteorización en el clima húmedo y también debido al contenido variable de shale, la unidad raramente muestra un afloramiento. La edad de la Formación Rosa Blanca, va desde el Hauteriviano en el Sur a Barremiano en el Norte y la presencia de moluscos de concha gruesa y de guijos de caliza re TRABAJADOS y redondeados indica depositación bajo condiciones costaneras y neríticas poco profundas de un ambiente marino somero (Morales et al, 1958, p.648). El carácter litológico sino en edad es semejante a la Formación Tibú de la sección de Cuenca de Maracaibo.

En la zona de García Rovira la formación se encuentra descrita de la siguiente manera: Caliza gris oscura, masiva, fosilífera; lutita gris oscura.

Formación Tablazo (Kit): esta unidad geológica ocupa un área de 4,38471km² en la Microcuenca. La formación fue designada en un estudio inédito de O. C. Wheeler, quien informó acerca de una sección de 150 m, consiste de caliza de estratificación gruesa, extremadamente fosilífera en la parte superior y margas o calizas arcillosas en la inferior (Morales et al, 1958, p. 951). Es conforme y gradacional con la subyacente Formación La Paja y conformable con la suprayacente Formación Simití.

Debido a la variación en la composición litológica El Tablazo no muestra un patrón uniforme de afloramiento característico, como es el caso de las formaciones Tambor y La Paja. Como las areniscas son más resistentes a la meteorización que las calizas, las áreas cubiertas por esta formación parecen ser más arenosas que lo que en la realidad son. Una variación de edad en el tablazo desde Aptiano Superior – Albiano Inferior en el Sur al Albiano en el Norte. Ha sido postulada con base en fósiles hallados en la subyacente formación La Paja y suprayacente formación Simití (Morales et al, 1958, p. 651). Litológicamente el Tablazo es semejante a la Formación Mercedes de la sección de la Cuenca de Maracaibo, que es de edad Aptiano Superior – Albiano Inferior.

En la zona de García Rovira la formación se encuentra descrita de la siguiente manera: Caliza gris, arenosa, arcillosa, fosilífera, arenisca de grano fino y lutita gris.

Formación Tambor (Kita): esta unidad geológica ocupa un área de 3,6623km² en la Microcuenca. El límite inferior del Tambor es una inconformidad, aunque esto no siempre es evidente donde las capas superiores del Girón han sido retrabajadas y calibradas. El límite superior es conformable con la suprayacente Formación Rosa Blanca. Al Este de la Falla de Bucaramanga, donde bloques hundidos de rocas del Cretáceo han sido preservados de la erosión, el Tambor subrayase rocas que van en edad desde el Pre– Devónico al Jurásico. Esta formación en la parte Occidental (Valle Medio del Magdalena), tiene buena correlación de facies con una delgada

sección basal de la Formación Tibú que cubren capas de la Formación Girón en el área de Pamplona, ya que las calizas fosilíferas de Tibú son semejantes a las de la Formación Rosa Blanca en la sección Occidental.

En la zona de García Rovira la formación se encuentra descrita de la siguiente manera:

Parte Superior: arenisca cuarzosa, clara, con capas conglomeráticas.

Parte Inferior: limolita y arenisca parda rojiza.

Geología Económica: en el municipio del Cerrito encontramos que hubo la explotación del subsuelo en el sector del Páramo de Almorzadero, donde extraía carbón (minería a cielo abierto) del tipo semiantracítico hasta bituminosos bajos en volátiles que era utilizado en los municipios de la provincia para ladrilleras, tabaco, cocción de artesanías etc, y para comercializarlo con los departamentos aledaños de Norte de Santander, Boyacá y los Llanos Orientales, aunque el sector posee una fuerte actividad tectónica, la pendiente es moderada del terreno con las suficientes vías de acceso, lo que permitía un buen producto de poco fracturamiento, grandes bloques y buena comercio. Pero este mineral se encuentra en un área de Páramo que se ve amenazado por la falta de estudios de mitigación y manejos ambientales apropiados, ya que el 80% del territorio municipal está a más de 3000 m.s.n.m..

Este renglón del carbón, manejaba alrededor de 80 empleos directos sin contar los indirectos, pero cuando se iba a incrementar la producción, el orden público, el bajo precio internacional - nacional y las normas ambientalistas generaron presión necesaria para abandonar la explotación de este recurso en el territorio del Cerrito.

También en algunos sectores de los río Servitá, Quebrada Valegrá, Santo Domingo, Anagá entre otras, y demás conformaciones hídricas municipales donde se aprovecha los materiales pétreos que el caudal ha venido depositando a lo

largo del tiempo y que la población utiliza para la construcción y actividades similares.

La única licencia que se poseía era la de extracción del carbón, pero la entidad municipal no posee copia alguna de esta actividad comercial, por lo tanto no se tienen la certeza si se encuentra vigente o no dicha posibilidad. Ningún recurso minero a parte del carbón posee los estudios de exploración, ni tampoco licencias de explotación por parte de entidades gubernamentales, llámese ministerio de minas y energía MINMINAS o MINERCOL.

Geomorfología: las formas del relieve tienen su origen en el levantamiento de la cordillera durante el Neógeno, que dio como resultado plegamientos, fallas y la deposición de sedimentos fluviales y lacustres en la parte baja de las montañas. Las glaciaciones del cuaternario produjeron morrenas, depósitos lacustres y fluvio-glaciares. Actualmente las formas son el producto de la acción de diversos factores aparte del origen, entre otros su historia geológica.

La importancia del conocimiento de las formas del relieve, radica en que la acción conjunta de la geo forma, el material parental y la topografía, inciden fuertemente en la formación y proceso de evolución de los suelos y en el tipo y grado de amenaza natural, determinando así el tipo de cobertura vegetal, condicionando o restringiendo la posibilidad de explotación agropecuaria, la forma, infraestructura y localización de los asentamientos humanos.

Figura 27. Mapa geomorfológico

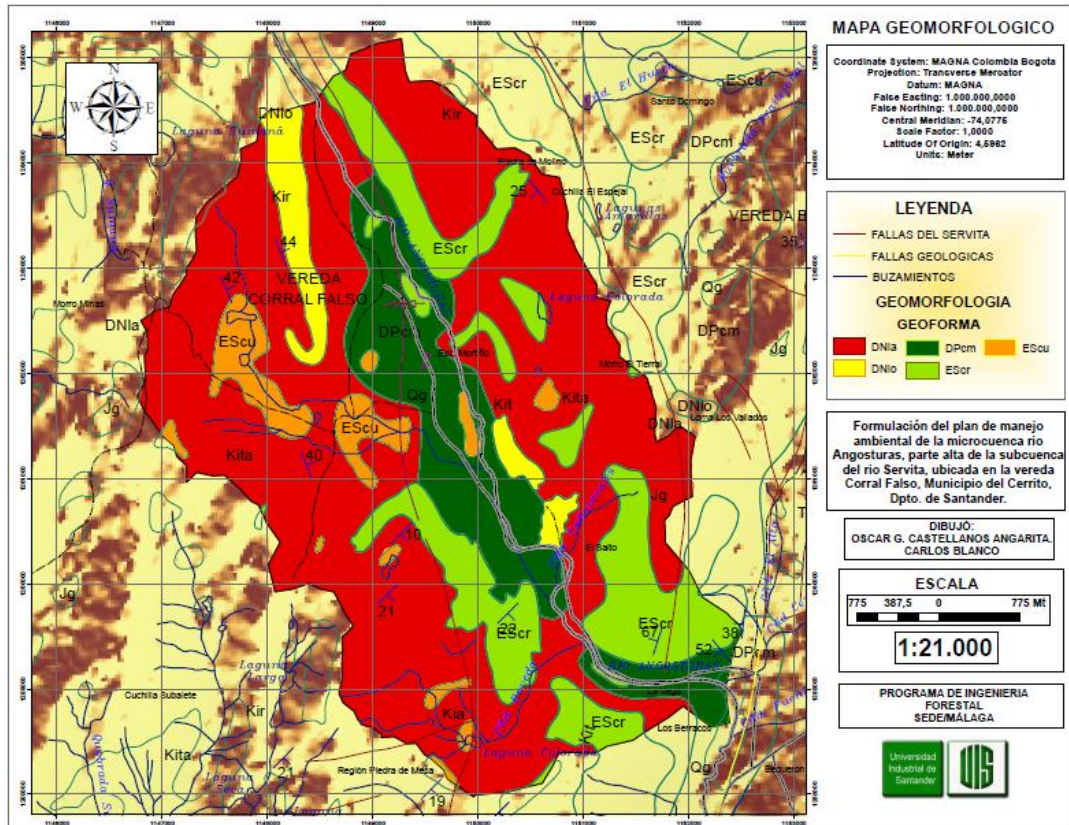


Tabla 39. Geoformas

UNIDADES GEOLOGICAS	ÁREA (km ²)	PORCENTAJE (%)
DNla (Laderas)	14,3740972	59,95
DNlo(Lomas o Lomería)	0,93336167	3,89
DPcm(Campo Morrénico)	3,46065153	14,43
EScr(Crestas)	4,09843026	17,09
EScu(Cuestas)	1,10699354	4,59

Laderas (DNla): caracterizadas por su baja disección o entalle debido a la resistencia de los materiales rocosos que la componen y por encontrarse sobre ellas gran aporte de piedras y material disgregado en la superficie. En la Microcuenca constituyen un área de 14,37409km².

Lomas o Lomería (DNlo): son formaciones onduladas con una diferencia de altura entre la base y la cima que no supera los 300 m. En la Microcuenca constituyen un área de 0,93336km².

Campo Morrénico (DPcm): son formas semiredondeadas, alargadas y amplias, que se originaron por depósitos glaciales en las partes más elevadas de la Microcuenca, de acuerdo al calentamiento de la tierra y al posterior deshielo, que aparte de llevar sedimentos formaron las respectivas lagunas. En la Microcuenca constituyen un área de 3,46065km².

Crestas (EScr): zonas heterogéneas que incluyen la ladera estructural y el frente o escarpe estructural, se caracterizan porque la pendiente en su conjunto posee inclinaciones entre 30 a 70%. En la Microcuenca constituyen un área de 4,09843km².

Cuestas (EScu): son planos estructurales y estratos rocosos que se caracterizan porque la pendiente en su conjunto no supera inclinaciones (mayores de 30%). En la Microcuenca constituyen un área de 1,10699km².

5.2.2 Componente biótico: conformado por la vegetación y la fauna.

Formaciones vegetales: según Cuatrecasas, una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que posee una fisonomía similar en cualquier parte del mundo.

En este caso el criterio es geobotánico y está basado en la vegetación como efecto del clima. Esta clasificación es específica en nuestro país.

Se utilizó la metodología de Cuatrecasas, en la cual el bioma páramo está constituido por tres suborobiomas: subpáramo, páramo y superpáramo.

Figura 28. Formaciones vegetales

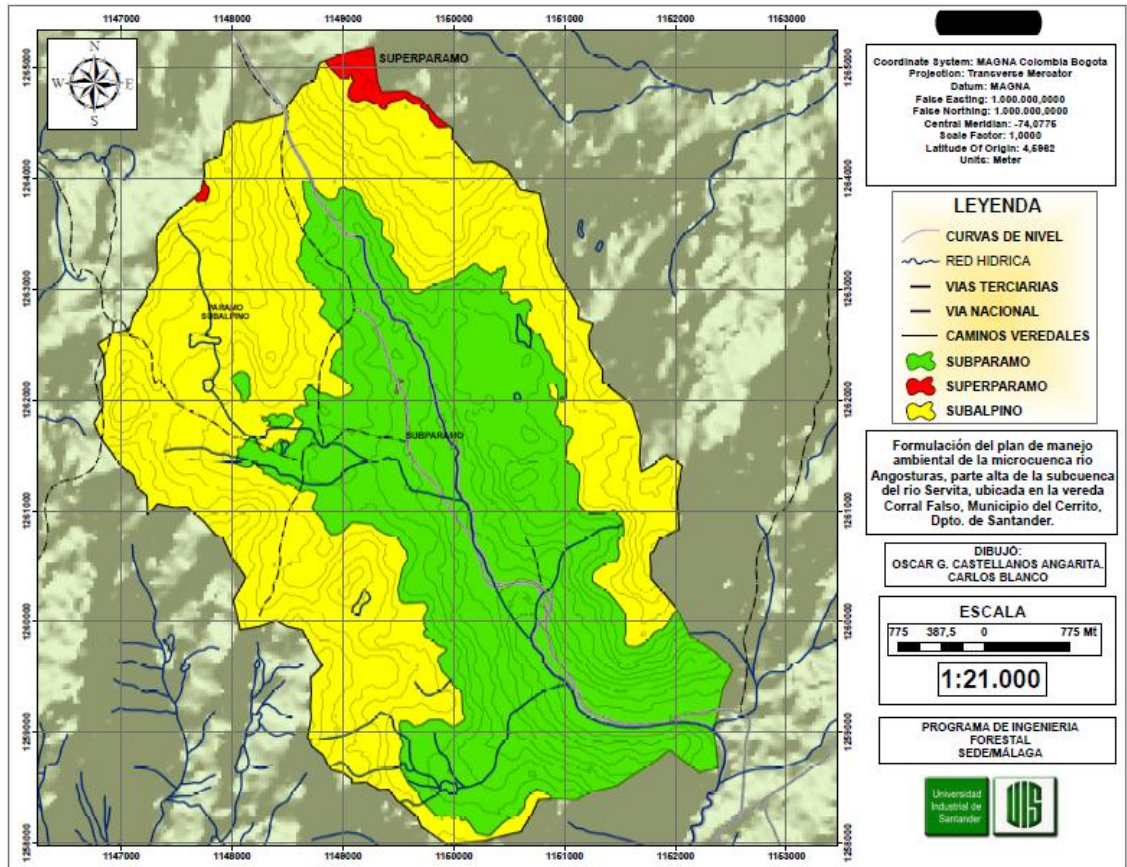


Tabla 40 . Formaciones vegetales según Cuatrecasas

Formación vegetal	Área (km ²)	Porcentaje (%)
Subpáramo	12,53074	52,27
Páramo	11,23432	46,85
Superpáramo	0,20846	0,87

Subpáramo: 12,53074 km². El Subpáramo puede considerarse como la faja transicional entre la selva Subandina y el páramo. Abundan los arbustos, los árboles pequeños, los chusques - bambúes pequeños y dentro de las epífitas algunos líquenes, musgos y hepáticas. En algunos sitios el bosque cambia bruscamente a páramo, debido a condiciones topográficas o de protección, sin

embargo se debe también a incendios y talas. Podría decirse que en muchos casos representa partes de la selva andina destruida o degradada.

Este tipo de páramo es una región con abundante matorral que ocupa el cinturón, de anchura muy irregular, más bajo del páramo; no es más que la zona de transición entre el bosque andino y el páramo propiamente dicho; su vegetación es una mezcla de elementos de ambos. Está dominado por arbustos y salpicados por arbolitos procedentes del inmediato bosque andino. En su composición entra un gran número de especies fruticasas características que faltan o que son sólo esporádicas en el bosque andino.

Páramo: 11,23432 km². A esta sección corresponden las formaciones de prado de gramíneas fasciculadas y de caulirrosuleto (*Espeletia* sp). Aparte de las gramíneas el páramo es rico en especies de otras formas biológicas.

La mayoría de arbustos del Subpáramo se encuentra esparcidos por entre el prado paramuno y algunos forman hasta pequeños matorrales en lugares en que las condiciones del terreno lo favorecen, por ejemplo en puntos elevados o emergencias rocosas. Incluso arbolitos de ciertas especies se ven con frecuencia en el páramo propiamente dicho, aislados o formando pequeños grupos en los márgenes del prado paramuno y entre peñascos a una altura considerable.

Las especies de *Hypericum* con hojas menudas, densas o imbricadas o aciculares constituyen los más importantes frútices de los auténticos páramos, destacando sus brillantes flores amarillas. En ciertos lugares de humedad adecuada los *Hypericum* son abundantes dominando el estrato en combinación con los Frailejones principalmente, relegando el graminetum o pajonal.

Súper páramo: 0,20846 km². El Superpáramo reemplaza al páramo por encima de los 4.500 m.s.n.m., con una cobertura vegetal decreciente o casi nula. Por lo general faltan los frailejones y los suelos son menos evolucionados. Son características algunas herbáceas que por sus vellosidades se confunden con

frailejones. Los rigores climáticos son más pronunciados y los suelos poco evolucionados.

Más arriba de 4500 m.s.n.m., cesan las espeletias y empieza una estrecha zona que llega hasta el nivel de la nieve, en donde la vegetación es dispersa y disociada, en un suelo pobre sobre cascacos, arena y gravas. Esta vegetación cuya flora es distinta a la del páramo propiamente dicho y cuya sociabilidad es también diversa, forma otro subpiso llamado Superpáramo; el Superpáramo está sometido a diarias nevadas nocturnas excepto en periodos secos. Las especies más características de esta comunidad son los de la sección Culcitium del genero Senecio, cubiertos de una densa capa de lana blanca. En esta zona de Superpáramo se encuentran muchos endemismos localizados y la razón es que se trata de un piso interrumpido constantemente de un extremo al otro de los andes.

Coberturas vegetales según la clasificación Corina Land Cover 2010 adaptada para Colombia.

Tabla 41. Coberturas vegetales

Cobertura	Área ha	Área %
Afloramiento Rocoso	12,050	50,3
Pastos Limpios	10,815	45,1
Cultivos Limpios	0,0521	0,22
Arbustal Denso de Tierra Firme	1,0336	4,31
Lagunas	0,0190	0,08
Total	23,97	100

Tabla 42. Formaciones vegetales en el área de estudio

Formación vegetal	Descripción	Especies representativas
Matorrales	Localmente se establecen entre los 3600 y 3800 m.s.n.m. Vegetación arbustiva, con predominio de elementos leñosos.	Especies de <i>Hypericum</i> pellos subsp. <i>platyphyllum</i> <i>Hypericum juniperinum</i> como dominantes, acompañados por <i>Arcytophyllum nitidum</i> , <i>Monticalia</i> sp. <i>Cortaderia</i> sp. <i>Lachemilla orbiculata</i>
Pajonales	Caracterizados por vegetación herbácea dominada por gramíneas en macollas. Localmente los pajonales de <i>Calamagrostis</i> se encuentran distribuidos continuamente entre los 3200 y los 3800 m.s.n.m y los pajonales de <i>Cortaderia</i> se encuentran restringidos a un área específica hacia los 3700 caracterizada por suelos bastante húmedos.	especies de <i>Calamagrostis efusa</i> y <i>Cortaderia</i> sp, acompañadas por <i>Arcytophyllum muticum</i> , <i>Hypericum juniperinum</i> , <i>Vaccinium floribundum</i> <i>Plantago monticola</i> , <i>Halenia</i> sp, <i>Acaena cylindristachya</i> , <i>Oreobolus goeppingeri</i>
Chuscales	Su distribución se encuentra entre los 3500 a3700 m de altitud. Vegetación homogéneamente por <i>Chusquea tessellata</i> , estableciéndose en sitios húmedos a pantanosos.	<i>Chusquea tessellata</i> , asociados con especies de <i>Monnina aestuans</i> , <i>Diplostephium</i> sp, <i>Lachemilla orbiculata</i> , <i>Geranium sibbaldioides</i> , <i>Hesperomeles</i> sp, <i>Carex pigmaea</i> .
Rosetales	Vegetación con predominio de rosetas establecida en suelos altamente húmedos desde los 3500 a los 3800 m.s.n.m.	Especies de <i>Puya</i> , asociada con <i>Chusquea tessellata</i> , <i>Hypericum phellos</i> , <i>Calamagrostis</i> sp, <i>Ageratina latipes</i> , <i>Geranium santanderiense</i> , <i>Geranium sibbaldioides</i> , <i>Marchantia</i> sp, <i>Eryngium humile</i> ,
Frailejonales	Vegetación con predominio de plantas del género <i>Espeletia</i> Se encuentran distribuidos desde los 3200 a los 3800 m de altitud,	<i>Espeletia conglomerata</i> , <i>Espeletia</i> cf. <i>brassicoidea</i> , <i>Espeletopsis</i> sp, acompañadas por <i>Chusquea tessellata</i> , <i>Carex pigmaea</i> , <i>Sphagnum</i> sp, <i>Aciachne acicularis</i> , <i>Oreobolus goeppingeri</i> , <i>Orthrosanthus chimborasensis</i> .
Matorrales altos	Vegetación con un estrato de árboles con alturas de 7 m.Se establecen entre los 3300 y los 3600 m, presentándose discontinuidad y separación de las poblaciones, probablemente por efectos de las glaciaciones.	Algunas de las especies con mayor grado de cobertura son: <i>Monnina aestuans</i> , <i>Vaccinium floribundum</i> , <i>Oreopanax</i> sp, <i>Macleania</i> cf. <i>rupestris</i> , <i>Myrsine dependens</i> , <i>Myconia myrtillifolia</i> , <i>Escallonia myrtilloides</i> , <i>Weinmannia microphylla</i>

Fuente: CORPOAIRE, 2007

Tabla 43. Especies de flora presentes en la Microcuenca quebrada Angosturas

No	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Abanico	<i>Loricaria complanata</i>	ASTERACEAE
2	Achicoria	<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	ASTERACEAE
3	Amarguero negro	<i>Ageratina tinifolia</i>	ASTERACEAE
4	Bermejo	<i>Hypericum sp</i>	HYPERICACEAE
5	Ciprés	<i>Cupressus sp</i>	CUPRESACEAE
6	Chilco	<i>Ageratina glyptophlebia</i>	ASTERACEAE
7	Chocho	<i>Lupinus interruptus</i>	FABACEAE
8	Colorado	<i>Polylepis quadrijuga</i>	ROSACEAE
9	Dominico	<i>Salvia paramicola</i>	LAMIACEAE
10	Encenillo	<i>Weinmannia tomentosa</i>	CUNONIACEAE
11	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	MIRTACEAE
12	Frailejón	<i>Espeletia sp</i>	ASTERACEAE
13	Gaque	<i>Clusia multiflora</i>	CLUSIACEAE
14	Gramma blanca	<i>Agrostis tolucensis</i>	POACEAE
15	Guasguín	<i>Pentacalia sp</i>	ASTERACEAE
16	Huesito	<i>Gynoxys sp</i>	ASTERACEAE
17	Laurel	<i>Myrica parvifolia</i>	MYRICACEAE
18	Laurelito	<i>Miconia salicifolia</i>	MELASTOMATACEAE
19	Lunaria	<i>Hypericum mexicanum</i>	HYPERICACEAE
20	Manzano colorado	<i>Clethra fimbriata</i>	CLETHRACEAE
21	Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	ROSACEAE
22	Paja	<i>Calamagrostis effusa</i>	POACEAE
23	Pegamosco	<i>Bejaria resinosa</i>	ERICACEAE
24	Piojito	<i>Arcytophyllum sp</i>	RUBIACEAE
25	Puya	<i>Puya sp</i>	BROMELIACEAE
26	Raque	<i>Vallea stipularis</i>	ELAEOCARPACEAE
27	Rodamontes	<i>Escallonia myrtilloides</i>	ESCALLONIACEAE
28	Romerillo	<i>Hypericum laricifolium</i>	HYPERICACEAE
29	Romero de páramo	<i>Diplostiphium phylcooides</i>	COMPOSITACEAE
30	Ruchigo	<i>Monnina sp</i>	POLYGALACEAE
31	Senecio	<i>Senecio sp</i>	ASTERACEAE
32	Valeriana	<i>Valeriana arbórea</i>	VALERIANACEAE
33	Vira vira	<i>Eupatorium stoechas</i>	ASTERACEAE

De acuerdo con la CAS (2006), en la vegetación del complejo de Almorzadero la familia Asteraceae posee el mayor número de géneros con un total de ocho, seguida de la familia Melastomataceae, con cuatro géneros, y las familias Ericaceae y Poaceae, con tres géneros cada una. Según el mismo estudio, de las 41 familias registradas el 78% (32 familias) cuenta con un solo género. Sin

embargo, esta información es de carácter preliminar y no ha sido corroborada aún con inventarios específicos de las áreas de páramo y subpáramo de Almorzadero. Según Rangel-Ch. (2000) las especies del complejo de páramos de Almorzadero que se encuentran en bajo riesgo de extinción son *Pinguiculaelongata* y *Gaultheria erecta*; la que está en peligro crítico es *Lachemilla polylepis* y la que se considera en estado vulnerable es *Puyakillipii*. De acuerdo con la caracterización de la CAS (2006), que retoma el plan de manejo de la CDMB (2002) en cuanto a la caracterización biótica, es importante señalar que especies como *Aniba puchury-minor* y *Dicksonia sellowiana* se encuentran sometidas a procesos significativos de explotación en los bosques que circundan este páramo; la primera para obtención de madera y la segunda para ser usada como soporte de plantas ornamentales.

La parte alta de la Microcuenca quebrada Angosturas tiene una extensión de 11,4427 km², donde predominan los afloramientos rocosos con 6,5223 km² de extensión, seguidos en una menor proporción de pastos limpios en asociación con *Espeletia* spp principalmente y otras especies propias de este ecosistema, abarcando un área de 4,92km². En el área más representativa del nacimiento de la Microcuenca quebrada Angosturas y donde mayor población de especies de flora se observó, se hicieron aleatoriamente 3 parcelas de 10mt x 10mt lo que representa 300 m², para observar y registrar todas las especies existentes.

Páramo

Tabla 44. Especies encontradas en las parcelas muestreadas

No	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Abanico	<i>Loricaria complanata</i>	ASTERACEAE
2	Frailejón	<i>Espeletia sp</i>	ASTERACEAE
3	Nn		SCROPHULARIACEAE
4	Romero de páramo	<i>Diplostephium phyllicoides</i>	ASTERACEAE
5	Roseta acaule	<i>Puya sp</i>	BROMELIACEAE
6	Senecio	<i>Senecio sp</i>	ASTERACEAE

Imagen 16. Parte alta de la Microcuenca quebrada Angosturas



Vegetación adulta

Tabla 45 . Abundancia y frecuencia vegetación adulta, formación vegetal de páramo

Especie	Nombre científico	Abundancia		Frecuencia	
		Aba	Ab (%)	Fra	Fr (%)
Abanico	<i>Loricaria complanata</i>	208	39.54	80	21.05
Frailejón	<i>Espeletia sp</i>	198	37.64	80	21.05
Nn		61	11.60	60	15.79
Romero de páramo	<i>Diplostephium phyllicoides</i>	11	2.09	60	15.79
Roseta acaule	<i>Puya sp</i>	11	2.09	60	15.79
Senecio	<i>Senecio sp</i>	37	7.03	40	10.53
Σ		526	100	380	100

Grafica 15. Abundancia y frecuencia relativa vegetación adulta, formación vegetal de páramo

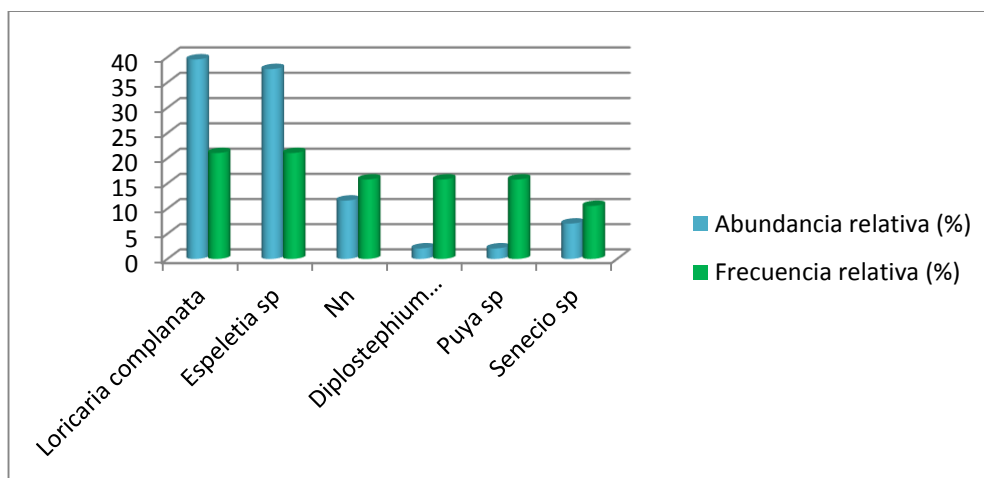
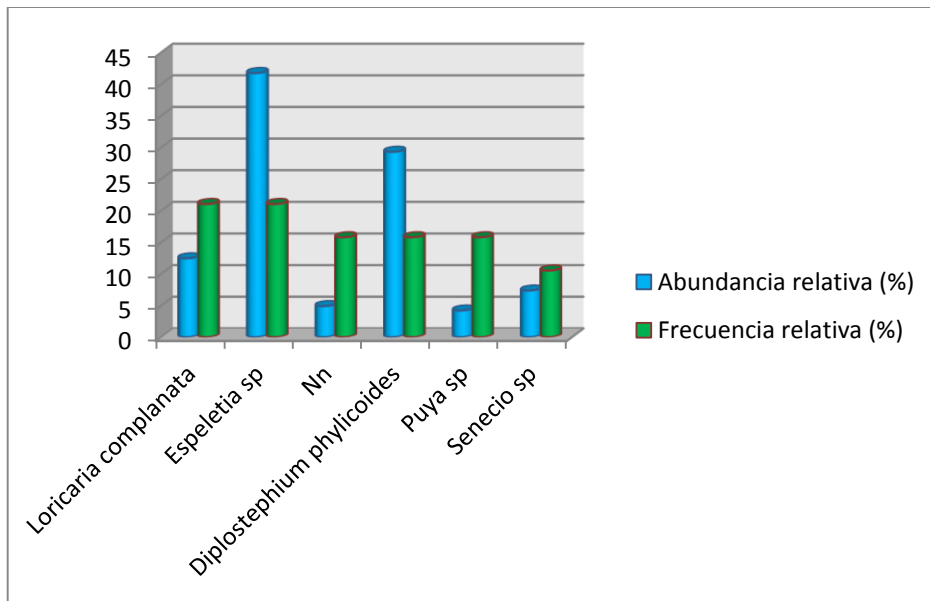


Tabla 46. Abundancia y frecuencia regeneración vegetal, formación vegetal de páramo

Especie	Nombre científico	Abundancia		Frecuencia	
		Aba	Ab (%)	Fra	Fr (%)
Abanico	<i>Loricaria complanata</i>	71	12.46	80	21.05
Frailejón	<i>Espeletia sp</i>	238	41.75	80	21.05
Nn		28	4.91	60	15.79
Romero de páramo	<i>Diplostephium phylloides</i>	167	29.3	60	15.79
Roseta acaule	<i>Puya sp</i>	24	4.21	60	15.79
Senecio	<i>Senecio sp</i>	42	7.37	40	10.53
Σ		570	100	380	100

La familia más representativa y dominante sin duda alguna es la ASTERACEAE.

Grafica 16. Abundancia y frecuencia relativa regeneración natural, formación vegetal de páramo



En la parcela más representativa, se midieron altura y regeneración de todos los individuos muestreados.

Ubicación parcela

Norte: 06°56.687'

Oeste: 072°43.300'

Altura: 4105msnm

Frailejón (*Espeletia sp*, familia Asteraceae)

Tabla 47 . Altura frailejones adultos

Nº individuos	Altura (cm)	Nº individuos	Altura (cm)
1	95	28	112
2	96	29	75
3	86	30	78
4	92	31	49
5	62	32	96
6	79	33	82
7	158	34	82
8	136	35	89
9	39	36	112
10	39	37	94
11	80	38	49
12	113	39	86
13	82	40	54
14	84	41	48
15	71	42	129
16	44	43	67
17	101	44	99
18	76	45	88
19	112	46	126
20	64	47	132
21	71	48	72
22	109	49	44
23	49	50	36
24	84	51	78
25	52	52	92
26	69	53	52
27	69		

La regeneración de frailejón en el área del nacimiento de la Microcuenca río Angosturas es muy buena, ya que ésta área permanece libre de cualquier efecto antrópico.

En cuanto a regeneración en ésta pequeña parcela se encontraron 62 plántulas de frailejón.

Romero de páramo (*Diplostephium phyllicoides*, familia Asteraceae)

Imagen 17. Romero de páramo (*Diplostephium phyllicoides*)



Tabla 48. Altura Romero de páramo adulto

Numero	Altura (cm)
1	85
2	71

En cuanto a regeneración, en la parcela se encontraron 58 individuos de Romero de páramo.

Abanico (*Loricaria complanata*, familia Asteraceae)

Es un arbusto con altura menor a 1 mt, en la parcela se encontraron 77 individuos.

Imagen 18. Abanico (*Loricaria complanata*)



Roseta acaule (*Puya sp*, familia Bromeliaceae)

Imagen 19. Roseta acaule (*Puya sp*)



Tabla 49. Altura *Puya sp* adulto

Numero	Altura (cm)
1	85
2	71

En cuanto a regeneración se hallaron 9 individuos de ésta especie.

Se encontraron 30 individuos de una especie herbácea (imagen 20), la cual no pudo ser identificada, pero al parecer pertenece a la familia scrophulariaceae

Imagen 20. Especie de la familia scrophulariaceae



En general toda el área del nacimiento de la Microcuenca está cubierta con *Calamagrostis effusa*, en asociación con las especies anteriormente mencionadas, siendo *Espeletia sp* la especie dominante y Asteraceae la familia más dominante.

Subpáramo: las partes media y baja de la Microcuenca tienen una extensión de 12,53074 km², de los cuales 1,0335 km² representan los arbustales, herbáceas y

algunos árboles que aún existen. Para hacer el análisis estructural, se elaboraron aleatoriamente 10 parcelas de 10x10 m a lado y lado del cauce principal, para un total de 1000m². La localización aleatoria de unidades muestrales es quizás la forma más ineficiente de distribución muestral, pero la zona está tan intervenida que se hace difícil encontrar parcelas para muestreo, el área se está quedando sin vegetación y elaborar un análisis de este tipo se torna complicado, convirtiéndose éste en el único muestreo que puede garantizar la representatividad estadística de las especies de la zona.

Imagen 21. Toma de información para análisis estructural del bosque



El análisis de la estructura horizontal se hizo para determinar parámetros como frecuencia, densidad y dominancia de las especies, para posteriormente hallar el índice de valor de importancia (I.V.I). También se halló el coeficiente de mezcla para determinar la heterogeneidad del bosque y el índice de riqueza de especies de Margalef.

Fustal

Tabla 50. Especies arbóreas encontradas en las parcelas muestreadas

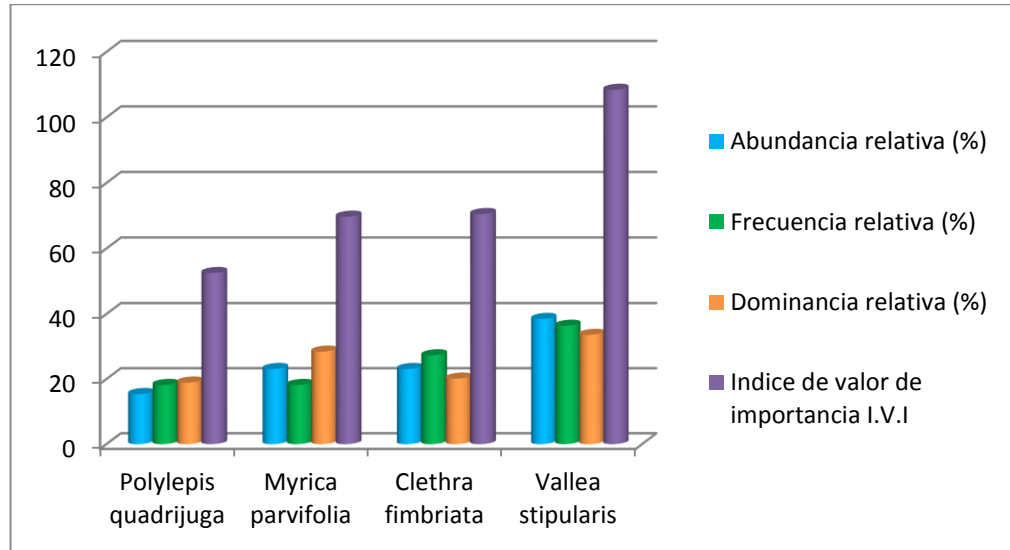
No	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Colorado	<i>Polylepis quadrijuga</i>	ROSACEAE
2	Laurel	<i>Myrica parvifolia</i>	MYRICACEAE
3	Manzano colorado	<i>Clethra fimbriata</i>	CLETHRACEAE
4	Raque o campano	<i>Vallea stipularis</i>	ELAEOCARPACEAE

Tabla 51. I.V.I para especies arbóreas encontradas en las parcelas muestreadas

Especie	Nombre científico	Área basal(m ³)	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		I.V.I
			Aba	Ab(%)	Fra	Fr(%)	Da	D%	
Colorado	<i>Polylepis quadrijuga</i>	0.0567	2	15.384	40	18.181	0.187	18.907	52.472
Laurel	<i>Myrica parvifolia</i>	0.0850	3	23.076	40	18.181	0.281	28.412	69.669
Manzano colorado	<i>Clethra fimbriata</i>	0.0603	3	23.076	60	27.272	0.199	20.121	70.469
Raque	<i>Vallea stipularis</i>	0.1005	5	38.461	80	36.363	0.332	33.569	108.393
Σ		0.3025		100	220	100	0.989	100	301.003

Como se puede evidenciar en el análisis estructural del bosque, por la gran intervención antrópica, la zona cuenta con una baja cantidad de individuos de especies arbóreas, siendo *Vallea stipularis* la especie más dominante, seguida de *Myrica parvifolia*, *Clethra fimbriata*, y la especie con menor peso ecológico es *Polylepis quadrijuga*.

Grafica 17. I.V.I formación vegetal de subpáramo



Vemos la proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema, siendo el raque la especie arbórea que más se presenta en la zona.

De la gráfica 17 también se puede deducir que la familia ELAEOCARPACEAE es la más representativa en cuanto a especies arbóreas con un 48.46% del total.

La frecuencia relativa nos indica en que porcentaje del total de parcelas muestreadas se presenta una especie, en este caso el Raque es la especie que más se repite en las parcelas.

Según los resultados de la dominancia, la especie que tiene mayor grado de cobertura dado por las proyecciones horizontales, es el Raque.

Cociente De Mezcla (CM)= 4/13, 1:3

Lo cual quiere decir que se encuentran tres arboles por cada especie.

Índice de riqueza de especies de Margalef

$$Dmg = (S-1)/Ln N$$

S: Número de especies

N: Número de total de plantas

Dmg= 1.169

El índice de riqueza de especies de Margalef nos indica que es una zona de baja biodiversidad, resultado de efectos antropogénicos.

Latizal: la poca área que está cubierta por vegetación está representada principalmente en arbustos y herbáceas, para determinar este parámetro se hicieron parcelas de 5x5m dentro de las parcelas de 10x10m. Las especies arbustivas encontradas en los muestreos son las siguientes:

Tabla 52. Especies arbustivas encontradas en las parcelas muestreadas en la formación vegetal de subpáramo

No	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Chilco	<i>Ageratina glyptophlebia</i>	ASTERACEAE
2	Chocho	<i>Lupinus interruptus</i>	FABACEAE
3	Guasguín	<i>Pentacalia sp</i>	ASTERACEAE
4	Huesito	<i>Gynoxys sp</i>	ASTERACEAE
5	Laurelito	<i>Miconia salicifolia</i>	MELASTOMATACEAE
6	Miconia	<i>Miconia sp</i>	MELASTOMATACEAE
7	Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	ROSACEAE

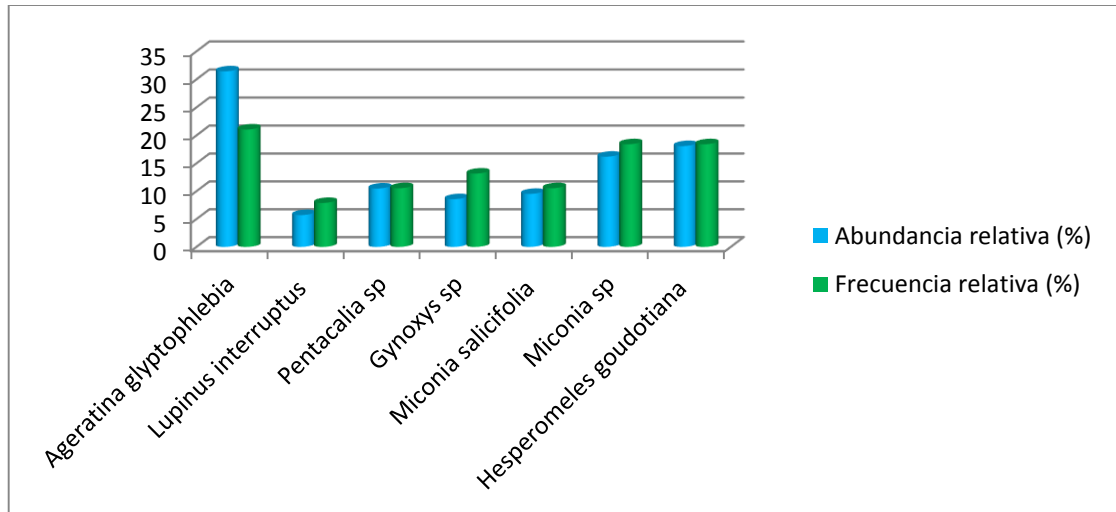
Imagen 22 . Especies arbustivas formación vegetal de subpáramo



Tabla 53. Abundancia y frecuencia relativa en latizal, formación vegetal de subpáramo

Especie	Nombre científico	Abundancia		Frecuencia	
		Aba	Ab (%)	Fra	Fr (%)
Chilco	<i>Ageratina glyptophlebia</i>	33	31.43	80	21.05
Chocho	<i>Lupinus interruptus</i>	6	5.71	30	7.89
Guasguín	<i>Pentacalia sp</i>	11	10.48	40	10.53
Huesito	<i>Gynoxys sp</i>	9	8.57	50	13.16
Laurelito	<i>Miconia salicifolia</i>	10	9.52	40	10.53
Miconia	<i>Miconia sp</i>	17	16.19	70	18.42
Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	19	18.09	70	18.42
Σ		105	100	380	100

Grafica 18. Abundancia y frecuencia relativa en latizal, formación vegetal de subpáramo



La familia que más sobresale en la formación vegetal de subpáramo, es la ASTERACEAE, seguida de MELASTOMATACEAE, luego FABACEAE y ROSACEAE, siendo *Ageratina glyptophlebia*, la especie con mayor número de individuos, predominando en todo el paisaje.

Brinzal

Tabla 54. Especies encontradas en el estrato de brinzal formación vegetal subpáramo

No	NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Chilco	<i>Ageratina glyptophlebia</i>	ASTERACEAE
2	Chocho	<i>Lupinus interruptus</i>	FABACEAE
5	Laurelito	<i>Miconia salicifolia</i>	MELASTOMATACEAE
6	Miconia	<i>Miconia sp</i>	MELASTOMATACEAE
7	Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	ROSACEAE
8	Rodamontes	<i>Escallonia myrtilloides</i>	ESCALLONIACEAE
9	Valeriana	<i>Valeriana arborea</i>	VALERIANACEAE

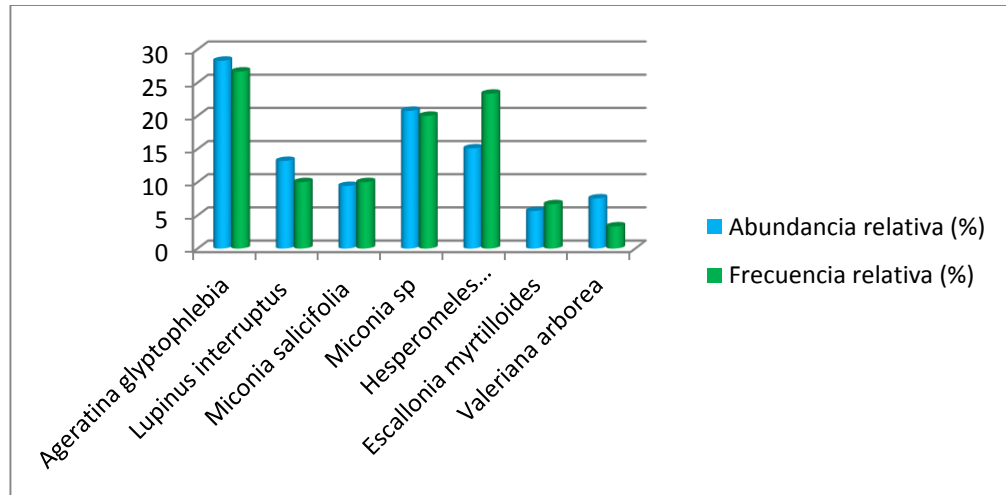
Imagen 23. Regeneración de especies formación vegetal de subpáramo



Tabla 55. Abundancia y frecuencia relativa en brinzal, formación vegetal de subpáramo

Especie	Nombre científico	Abundancia		Frecuencia	
		Aba	Ab (%)	Fra	Fr (%)
Chilco	<i>Ageratina glyptophlebia</i>	15	28.3	80	26.67
Chocho	<i>Lupinus interruptus</i>	7	13.2	30	10
Laurelito	<i>Miconia salicifolia</i>	5	9.43	30	10
Miconia	<i>Miconia sp</i>	11	20.75	60	20
Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	8	15.09	70	23.33
Rodamontes	<i>Escallonia myrtilloides</i>	3	5.66	20	6.67
Valeriana	<i>Valeriana arborea</i>	4	7.55	10	3.33
Σ		53	100	300	100

Grafica 19. Abundancia y frecuencia relativa en latizal, formación vegetal de subpáramo



La regeneración natural de especies es esencial para la sobrevivencia del bosque, en este caso la poca vegetación que aun sobrevive se encuentra amenazada por la expansión de la frontera agropecuaria y la obtención de madera y leña; el continuo pisoteo del ganado sin cercas que impidan su paso, hace que en algunos sitios la regeneración sea nula, y donde la hay, solo existe regeneración de arbustos y herbáceas. Para el análisis del brinzal, se hicieron parcelas de 2x2m dentro de las parcelas de 10x10m, siendo las familias ASTERACEAE y MELASTOMATACEAE, con *Ageratina glyptophlebia* y *miconia sp* respectivamente las familias y especies dominantes.

Especies dentro de algún grado de amenaza

Tabla 56. Especies vegetales amenazadas

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	C.A. LIBRO ROJO VOL 2
SENECIO	Senecio	ASTERACEAE	CR
FRAILEJON	Speletia sp	ASTERACEAE	CR

Fuente: libro rojo volumen 2

Bosques: en el área de influencia de la Microcuenca es tanta la intervención humana, que no podemos hablar ni siquiera de bosque fragmentado o de relictos de bosque porque no existen, simplemente se encuentran arboles solitarios, en ocasiones dos o máximo cuatro individuos, siendo las especies introducidas *eucaliptus globulus* y *pinus patula* las especies más comunes que se encuentran en forma solitaria, no habiendo regeneración de ellas por el continuo pastoreo de ganado, quedando en evidencia la grave situación en la que se encuentra la zona.

Imagen 24. Estado actual del bosque



La imagen 24 muestra el estado sucesional del bosque, pero simplemente se ven manchas de arbustos que están siendo arrasados rápidamente para obtención de madera y leña, y expansión de la frontera agropecuaria.

Grado de intervención antrópica:

Imagen 25. Grado de intervención antrópica



Los campesinos de la zona practican constantemente la actividad de rozas y quemas y así preparar los terrenos para la posterior siembra, porque tienen la creencia que la ceniza generada por el material vegetal quemado aporta nutrientes al suelo y sus cosechas serán más productivas, desconociendo la contaminación a la atmósfera por los gases emitidos, y los posteriores problemas que se generaran al dejar el suelo desprovisto de vegetación. Esta actividad la realizan en época de verano, antes de empezar la época de invierno que es donde realizan la preparación del suelo y posterior siembra, obteniendo buenos resultados en la primer cosecha, en la segunda, quizás en la tercera, y cuando ven su productividad baja, acuden a realizar nuevamente esta práctica en zonas vírgenes dejando terrenos desnudos generándose erosión ya que los rayos del sol son absorbidos en su totalidad por el suelo. También se ocasiona pérdida y arrastre de suelo por la escorrentía y acción del aire. Seguido de este abandono de terrenos, inmediatamente es llevado ganado a esta zona, generando además de los problemas mencionados anteriormente compactación e impedimento a que especies pioneras broten para así generar algún tipo de vegetación.

El barbecho forestal se ve muy poco, después de las cosechas no dejan zonas aisladas por mucho tiempo, las zonas en las que lo hacen cuando empieza a brotar vegetación es llevado ganado para que se alimente.

Para la obtención de leña se talan todas las especies arbustivas sin importar el poder calorífico ni el papel que ocupan en el ecosistema y llevan como ellos dicen “el corte” cuesta arriba, teniendo en algunas ocasiones deslizamientos al quedar el suelo sin el sostenimiento que le generan las raíces de estas especies. La adquisición de tinales u otro elemento que se necesite de especies arbóreas, se hace en otras zonas más bajas, ya que como se ha mencionado las especies arbóreas están casi extintas en la Microcuenca.

Fauna silvestre: el complejo de páramo el Almorzadero ha perdido de manera notoria un gran porcentaje de su diversidad debido a factores como las quemas practicadas en el pajonal-frailejónal, la ganadería de carne y leche, la tala de bosques para cultivos de papa y el establecimiento de potreros, y la minería de extracción (CAS, 2006).

La CAS identifica una lista de posibles especies de aves del complejo de páramos que aún no ha sido confirmada con registros directos. En ella se proyectó un total de 42 especies de aves distribuidas en 17 familias y 39 géneros. Las familias de las que se presume un mayor número de especies son Trochilidae (colibríes), con seis especies (14,2%), seguido por Fringillidae (canarios y semilleros), con cinco especies (12%), Anatidae (patos) con cinco especies (12%) y Tyrannidae (atrapamoscas) con cuatro especies (10%). Seis familias estarían representadas por una sola especie. Según el mismo estudio y de acuerdo con fuentes secundarias, las especies de aves más comunes en este complejo son el siote (*Turdus fuscater*) y el copetón (*Zonotrichia capensis*) y, en términos generales, la avifauna es típica de una región intervenida.

La CAS (2006) reporta cinco especies que se encontrarían en algún grado de amenaza, aunque estos datos tampoco han sido corroborados aún. Con relación a las especies que están en alguna categoría de amenaza, según Renjifo et al. (2002) el cóndor de los Andes (*Vultur gryphus*) y el pato andino (*Oxyura jamaicensis*) se encuentran en peligro; la cotorra montañera (*Hapalopsittacaamazonina*) y el periquito aliamarillo (*Pyrrhuracallyptera*) han sido catalogadas como vulnerables; y el pato negro (*Netta erythrophthalma*) se considera en peligro crítico. De las 39 especies de mamíferos que aparecen en la lista preliminar de la CAS, el 41% son roedores (16 especies) y el 25% (10 especies) pertenecen al orden Quiroptera (murciélagos). La intervención humana en esta región ha generado una fuerte destrucción de la vegetación y de la fauna, y especies como el venado colorado (*Mazama rufina*) y lapa (*Agouti taczanowskii*) ya han desaparecido casi totalmente. Las especies que han sobrevivido son tolerantes e incluso se ven favorecidas por las condiciones que genera la intervención antrópica. Estas especies de mamíferos “se caracterizan por ser inconspicuas en algunos casos, como los ratones o de alta movilidad y de gran amplitud de nicho trófico como ardillas y conejos (de gran amplitud de dieta)” (CAS, 2006).

Caracterización faunística: por la gran intervención antrópica que existe en la zona, la fauna silvestre está muy reducida, en algunas zonas es casi nula. Las imágenes presentadas, no pertenecen a imágenes captadas en la zona de estudio, pues hacer esto se torna muy complicado especialmente en las especies silvestres, ya que como se mencionó anteriormente son especies vistas ocasionalmente o ya inexistentes en la zona de estudio.

Las especies de aves que se muestran, si fueron vistas en las visitas de campo, a excepción del águila de paramo. Es muy emocionante ver el vuelo del cóndor, como rodea el cielo manifestándonos que estamos en su territorio, y esto nos compromete aún más a tomar medidas de conservación y restauración para este ecosistema.

Mamíferos

Nombre común: armadillo

Imagen 26. Armadillo



Fuente: <https://es.m.wikipedia.org/wiki/Dasipodidae#/media/archivo%3AArmadillo2.jpg>

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Cingulata

Familia: Dasypodidae

Nombre científico: *Dasypus novemcinctus*

Estado de conservación: de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) se encuentra dentro de la categoría de amenaza LC (preocupación menor)

Nombre común: conejo: la especie, está incluida en la lista 100 de las especies exóticas invasoras más dañinas del mundo, de la unión internacional para la conservación de la naturaleza IUCN

Imagen 27. Conejo de monte



Fuente: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Oryctolagus_cuniculus#/media/Archivo%3AOryctolagus_cuniculus_Tasmania_2.jpg

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Lagomorpha

Familia: Leporidae

Género: *Oryctolagus*

Especie: *O. cuniculus*

Nombre científico: *Oryctolagus cuniculus*

Estado de conservación: de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) se encuentra dentro de la categoría de amenaza NT (casi amenazado)

Nombre común: ardilla

Imagen 28. Ardilla



Fuente: https://es.m.wikipedia.org/wiki/Sciurus_granatensis#/media/Archivo%3ASciurus_Humboldt_1811.jpg

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Rodentia

Familia: Sciuridae

Género: Sciurus

Especie: *S. granatensis*

Nombre científico: *Sciurus granatensis*

Estado de conservación: de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) se encuentra dentro de la categoría de amenaza LC (preocupación menor)

Nombre común: guache

Imagen 29. Guache



Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6a/Ulisse_Aldrovandi_-_Mountain_Coati.jpg/640px-Ulisse_Aldrovandi_-_Mountain_Coati.jpg

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Familia: Procyonidae

Género: *Nasuella*

Especie: *N. olivacea*

Nombre científico: *Nasuella olivacea*

Estado de conservación: de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) se encuentra dentro de la categoría de amenaza DD (datos insuficientes), es poco lo que se sabe sobre los guaches, la especie podría ser rara en partes de su área de distribución y es probable que se encuentre bajo algún grado de amenaza.

Nombre común: venado de páramo

Imagen 30. Venado de páramo



Fuente. https://www.google.com.co/search?q=odocoileus+lasiotis&client=ms-android-americanovil-co&biw=360&bih=253&prmd=imnv&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMlx7PEmfayQIVxelmCh0VLgtN#imgrc=52XzOFZgMKnTIM%3A

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Artiodactyla

Familia: Cervidae

Género: Odocoileus

Nombre científico: *Odocoileus sp*

Estado de conservación: de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) se encuentra dentro de la categoría de amenaza CR (peligro crítico de extinción)

Nombre común: mapache

Imagen 31. Mapache



Fuente:https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f8/procyon_cancrivorus_1%2C_Costa_Rica.JPG

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Carnivora

Familia: Procyonidae

Género: Procyon

Nombre científico: Procyon sp

Estado de conservación: de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) se encuentra dentro de la categoría de amenaza LC (Preocupación menor)

Nombre común: tinajo

Imagen 32. Tinajo



Fuente: https://upload.wikimedia.org/Wikipedia/commons/thumb/3/36/Cuniculus_paca.jpg/640px-Cuniculus_paca.jpg

Reino: Animalia

Filo: Vertebrata

Subfilo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Rodentia

Suborden: Hystricomorpha

Superfamilia: Cavoidea

Familia: Cuniculidae

Género: Cuniculus

Especie: *C. paca*

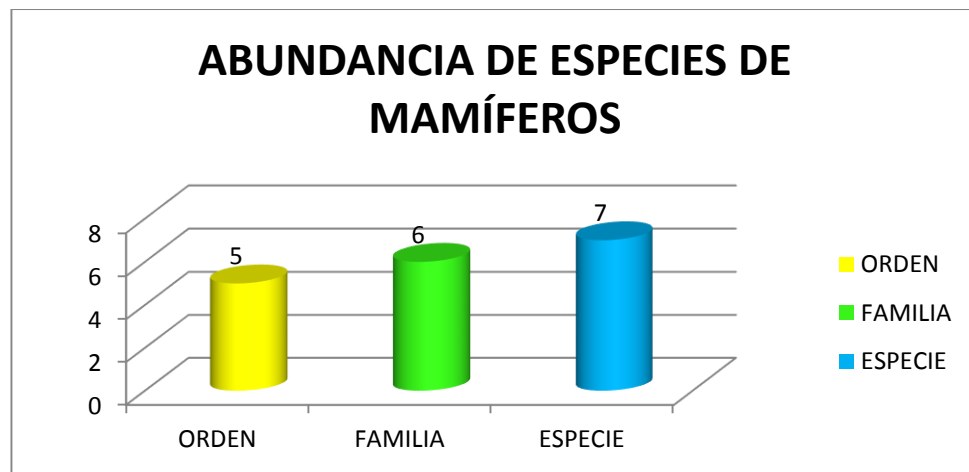
Nombre científico: *Cuniculus paca*

Estado de conservación: de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) se encuentra dentro de la categoría de amenaza LC (preocupación menor)

Tabla 57. Especies de mamíferos

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA
Ardilla	<i>Sciurus granatensis</i>	Rodentia	SCIURIDAE
Armadillo	<i>Dasyopus novemcintus</i>	Cingulata	DASYPODIDAE
Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Lagomorpha	LEPORIDAE
Guache	<i>Nasuella olivacea</i>	Carnivora	PROCYONIDAE
Mapache	<i>Procyon sp</i>	Carnivora	PROCYONIDAE
Venado de páramo	<i>Odocoileus sp</i>	Artiodactyla	CERVIDAE
Tinajo	<i>Cuniculus taczanowski</i>	Rodentia	CUNICULIDAE

Grafica 20. Abundancia de especies de mamíferos



En el área de influencia de la Microcuenca río Angosturas, los mamíferos se encuentran distribuidos en 5 órdenes, 6 familias y 7 especies, siendo el orden Rodentia el más importante con las especies *Cuniculus taczanowski* de la familia CUNICULIDAE, y *Sciurus granatensis* de la familia SCIURIDAE. Seguido encontramos el género Carnivora con las especies *Nasuella olivácea* de la familia PROCYONIDAE, y *Procyon sp* de la misma familia.

La familia más representativa es PROCYONIDAE, con las especies *Nasuella olivácea* y *Procyon sp*

Importancia ecológica: dentro de las especies silvestres, el orden con mayor importancia ecológica es Rodentia, ya que realizan funciones de dispersión de semillas y controles biológicos en el ecosistema. El orden Carnivora también tiene un peso ecológico, actuando como reguladores naturales de las poblaciones en las cadenas tróficas del ecosistema dando un equilibrio entre los consumidores primarios y la vegetación.

Especies de mamíferos dentro de algún grado de amenaza

Tabla 58. Especies de mamíferos dentro de algún grado de amenaza

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE AMENAZA SEGÚN LA UICN
Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	LEPORIDAE	NT (casi amenazado)
Venado de páramo	<i>Odocoileus sp</i>	CERVIDAE	CR (peligro crítico de extinción)

Fuente: UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza)

Aves: la avifauna presente en la zona de influencia de la Microcuenca río angosturas, es principalmente típica de un ecosistema intervenido.

Nombre común: cóndor andino

Imagen 33. Cóndor andino



Fuente: <http://www.dicyt.com/data/79/22679.jpg>

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Aves

Orden: Incertae sedis

Familia: Cathartidae

Género: Vultur

Especie: V. gryphus

Nombre científico: *Vultur gryphus*

Estado de conservación: de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) se encuentra dentro de la categoría de amenaza NT (casi amenazado)

Nombre común: águila de páramo

Imagen 34. Águila de paramo



Fuente. <https://pajarosypajaros.files.wordpress.com/2011/05/aguila-real-de-paramo2.jpg>

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Aves

Orden: Accipitriformes

Familia: Accipitridae

Género: Aquila

Nombre científico: *Aquila sp*

Estado de conservación: de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) se encuentra dentro de la categoría de amenaza VU (vulnerable, amenazado)

Nombre común: siote

Imagen 35. Siote



Fuente: <https://upload.wikimedia.org/Wikipedia/commons/thumb/3/32/GreatThrush.jpg/640px-GreatThrush.jpg>

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Aves

Orden: Passeriformes

Familia: Turdidae

Género: Turdus

Especie: T. fuscater

Nombre científico: *Turdus fuscater*

Estado de conservación: de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) se encuentra dentro de la categoría de amenaza LC (preocupación menor)

Nombre común: colibrí

Imagen 36. Colibrí



Fuente: https://upload.wikimedia.org/Wikipedia/commons/thumb/a/a8/Colibri_coruscans.jpg/640px-Colibri_coruscans.jpg

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Clase: Aves

Orden: Apodiformes

Familia: Trochilidae

Subfamilia: Trochilinae

Género: Colibri

Nombre científico: Colibri sp

Estado de conservación: de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) se encuentra dentro de la categoría de amenaza LC (preocupación menor)

Nombre común: copetón

Imagen 37. Copetón



Fuente: https://upload.wikimedia.org/Wikipedia/commons/thumb/2/28/Rufous-collared_Sparrow.jpg/640px-Rufous-collared_Sparrow.jpg

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Aves

Orden: Passeriformes

Familia: Emberizidae

Género: Zonotrichia

Especie: *Z. capensis*

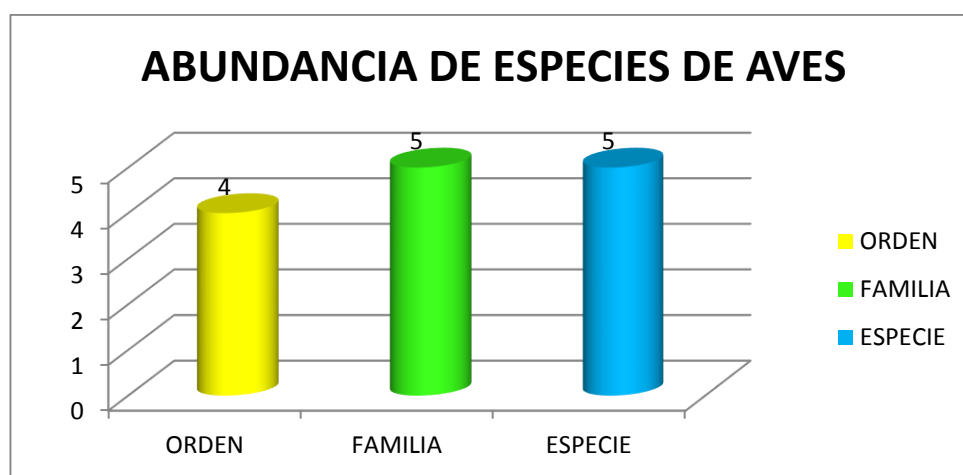
Nombre científico: *Zonotrichia capensis*

Estado de conservación: de acuerdo a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) se encuentra dentro de la categoría de amenaza LC (preocupación menor)

Tabla 59. Especies de aves

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	ORDEN	FAMILIA
Águila de páramo	<i>Aquila sp</i>	aquila	ACCIPITRIDAE
Colibrí	<i>Colibri sp</i>	Apodiformes	TROCHILIDAE
Cóndor andino	<i>Vultur gryphus</i>	Incertae sedis	CATHARTIDAE
Copetón	<i>Zonotrichia capensis</i>	Passeriformes	EMBERIZIDAE
Siote	<i>Turdus fuscater</i>	Passeriformes	TURDIDAE

Grafica 21. Abundancia de especies de aves



En el área de influencia de la Microcuenca río Angosturas, las aves se encuentran distribuidas en 4 órdenes, 5 familias y 5 especies, siendo el orden Passeriformes el más importante con las especies *Zonotrichia capensis* de la familia EMBERIZIDAE, y *Turdus fuscater* de la familia TURDIDAE. Seguido encontramos el orden Incertae sedis con la especie *Vultur gryphus* de la familia CATHARTIDAE y los órdenes Aquila y Apodiformes de las familias ACCIPITRIDAE y TROCHILIDAE respectivamente.

Importancia ecológica: el orden Passeriformes, representa una gran importancia ecológica, ya que realizan funciones de dispersión de semillas, controles biológicos en el ecosistema y polinización. La familia Cathartidae, Especie *Vultur gryphus* (Cóndor andino), es la especie con mayor peso ecológico, ya que es

símbolo nacional y se encuentra en a la lista roja de especies amenazadas de la UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza) dentro de la categoría de amenaza NT (casi amenazado).

Especies de aves dentro de algún grado de amenaza

Tabla 60. Especies de aves dentro de algún grado de amenaza

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE AMENAZA SEGÚN LA UICN
Cóndor andino	<i>Vultur gryphus</i>	CATHARTIDAE	NT (casi amenazado)
Águila de páramo	<i>Aquila sp</i>	ACCIPITRIDAE	VU (vulnerable, amenazado)

Fuente: UICN (unión internacional para la conservación de la naturaleza)

Anfibios y reptiles: no se tuvo ningún reporte de animales de esta clase.

5.2.3 Factor socioeconómico

Imagen 38. Aplicación de encuesta socioeconómica



El estudio socioeconómico se organizó en una serie de temas (territorio, población y estructura socioeconómica), y así generar un resumen final que consiste fundamentalmente en la realización de un análisis DOFA.

Dimensión demográfica: el instituto amazónico de investigación científica **SINCHI y MINANBIENTE**, definen de forma general que en la dimensión demográfica se presentan datos sobre la estructura y la dinámica de las poblaciones humanas. La información se encuentra clasificada según los siguientes procesos de análisis:

Distribución espacial de la población

Estructura de la población

Poblamiento

Crecimiento vegetativo

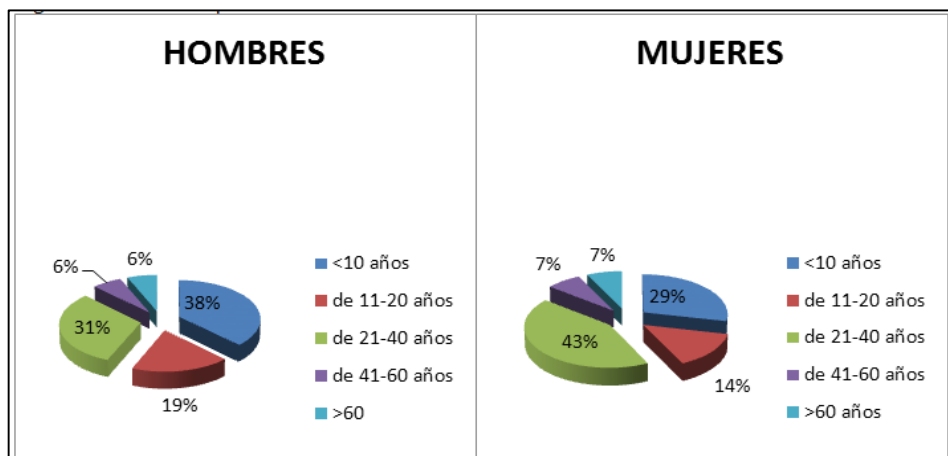
Migración

Fecundidad

Composición de hogares

Núcleo familiar: según datos suministrados por el SISBEN municipal, el número de habitantes que hacen parte de la Microcuenca quebrada Angosturas es de 348, y los núcleos familiares están conformados en promedio de a 4 a 5 personas, lo cual nos dice que existen unos 70 núcleos familiares.

Grafica 22. Población presente en la Microcuenca



La población presente en la Microcuenca está conformada en un 53% o 184 hombres y un 47% o 164 mujeres, en los rangos que se muestran en la figura:

Hombres:

Menores de 10 años: 70

Entre 11 y 40 años: 35

Entre 21 y 40 años: 57

Entre 41 y 60 años: 11

Mayores de 60 años: 11

Mujeres:

Menores de 10 años: 48

Entre 11 y 40 años: 23

Entre 21 y 40 años: 71

Entre 41 y 60 años: 11

Mayores de 60 años: 11

Dejando un resultado muy satisfactorio, ya que hay un gran porcentaje de niños y gente joven, con quienes trabajar para llegar a un desarrollo sostenible del ecosistema.

Densidad poblacional: la densidad poblacional de la Microcuenca es de 0.14 habitantes por hectárea o 6.89 hectáreas por habitante.

Dimensión social: el instituto amazónico de investigación científica **SINCHI y MINANBIENTE**, definen que en esta dimensión se compila la información relacionada con los temas que son resorte y afectan a la sociedad en su conjunto, en especial aquellos aspectos que determinan y caracterizan la calidad de vida de los habitantes de un territorio. Esta dimensión recoge la expresión territorial de los logros obtenidos con la ejecución de las funciones básicas del Estado y los servicios sociales que éste presta con el propósito de garantizar la homogénea distribución de las oportunidades en las que se pueda cimentar la prosperidad.

Procesos de Análisis Considerados en la Dimensión Social: en la Dimensión Social se presentan datos sobre los aspectos que tienen mayor incidencia en la calidad de vida de los grupos sociales. La información considerada se encuentra clasificada así:

Calidad de vida

Salud y seguridad social

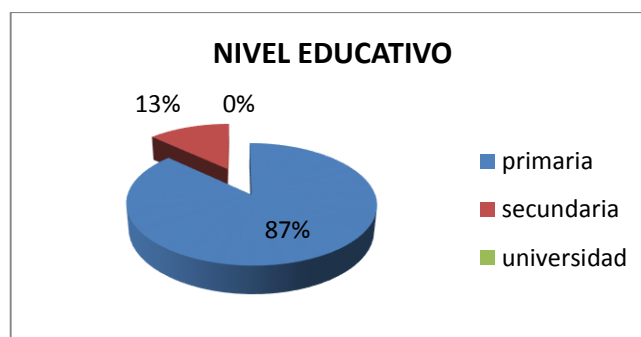
Educación

Servicios públicos

Población desplazada.

Educación: la mayoría de personas presenten en la Microcuenca sólo cuentan con primaria, el porcentaje que aparece en secundaria son personas estudiando actualmente, quienes quizás cuando terminen su estudio se irán a la ciudad para acceder a una universidad, pero probablemente no volverán jamás por la pocas oportunidades de trabajo que hay en la zona para profesionales en la mayoría de la áreas.

Grafica 23. Nivel educativo



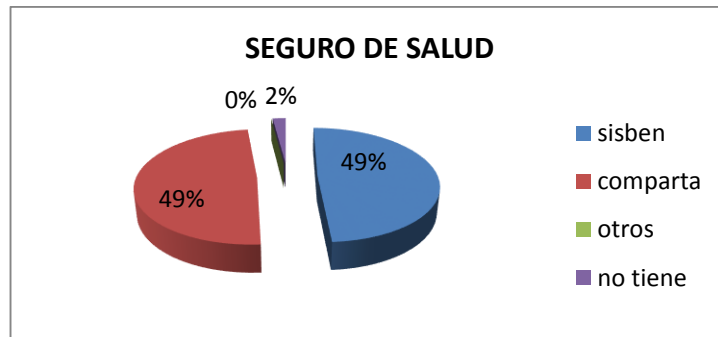
Salud: la mayoría de los encuestados cuentan con seguro de salud, comparta y sisben al mismo tiempo, con excepción de una señora quien vive con un pequeño

niño y no cuentan con ningún tipo de seguro, siendo muy preocupante, ya que si alguno de ellos sufre alguna afección de salud, no serán atendidos en ningún hospital.

Las enfermedades más frecuentes que se presentan en la zona son gripa y afecciones odontológicas, siendo en la mayoría de casos tratadas en el hogar con remedios caseros, ya que al lugar que tienen que acudir cuando se enferman es al hospital del municipio del cerrito, siendo muy difícil desplazarse, pues no hay transporte fijo y son pobladores de bajos recursos para pagar un pasaje, tocándoles llegar a pie hasta el hospital, son tres o cuatro horas de camino siendo muy difícil para ellos, ya que según manifiestan, llegan al hospital y les toca esperar otras tres horas para ser atendidos.

La zona no cuenta con centro de salud, siendo un factor importante a la hora de plantear el plan de manejo ambiental.

Grafica 24. Seguro de salud



Servicios de la vivienda

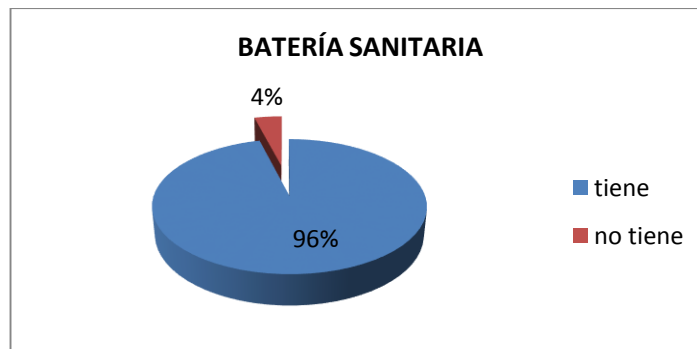
Imagen 39. Vivienda típica de la zona



Batería sanitaria: la gran mayoría de los encuestados cuentan con batería sanitaria, y todos los que cuentan con ella tienen pozo séptico para deposición de excretas.

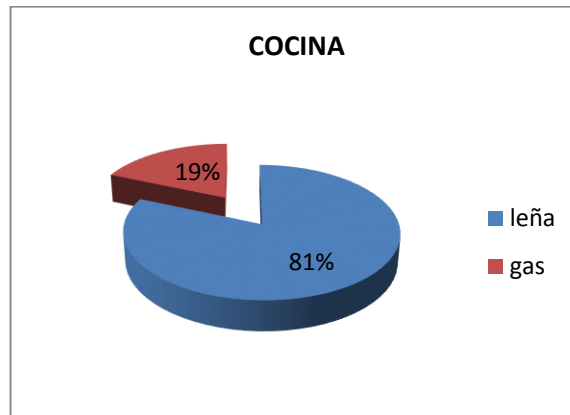
Causa principal preocupación que aún hay hogares que no cuentan con un baño, convirtiéndose este en otro factor importante a la hora de formular el plan de manejo ambiental.

Grafica 25. Batería sanitaria



Cocina: las personas que cuentan con cocina de gas la utilizan muy de vez en cuando, cocinando en la mayoría de los casos con leña, la cual la obtienen recolectándola en sus fincas. Las especies más utilizadas para la cocción de alimentos son: mortiño, chilco, ciprés.

Grafica 26. Cocina



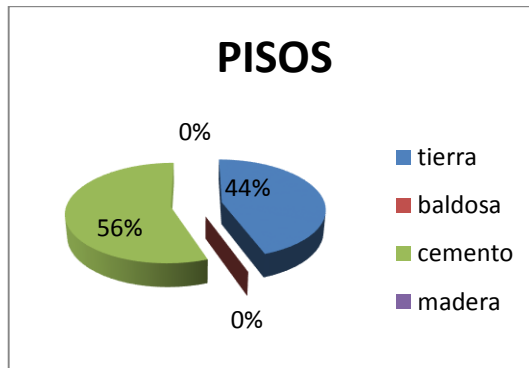
Energía eléctrica: todas las casas cuentan con energía eléctrica.

Telefonía: ninguna de las casas cuenta con este servicio, ya que en la zona no hay señal de ninguno de los operadores que ofrecen este servicio.

Tipo de vivienda

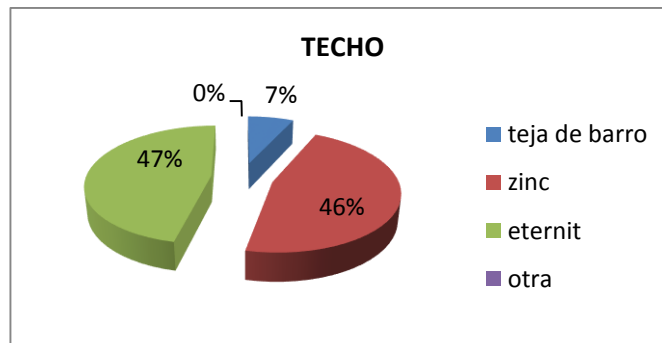
Pisos: en general la mayoría de las viviendas cuentan con una parte de ella en piso de cemento, y la otra parte con pisos de tierra, no se encontró ninguna vivienda que contara con pisos de baldosa o baldosín.

Grafica 27. Pisos de viviendas



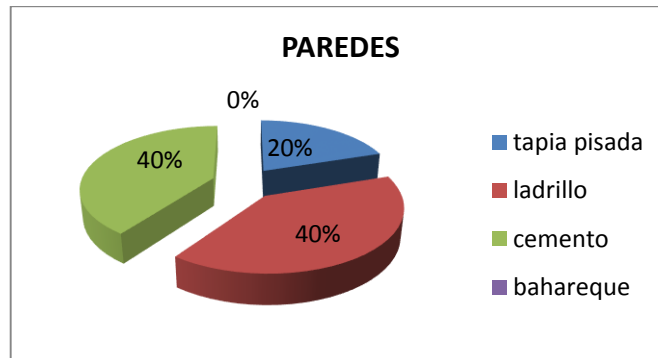
Techo: las viviendas cuentan en su mayoría con coberturas o techo en tejas de eternit y tejas de zinc, son muy pocas las que cuentan con techo en tejas de barro.

Grafica 28. Techos de viviendas



Paredes: la mayoría de las viviendas están hechas en cemento y bloque o ladrillo, las que aún hay en tapia pisada, sus tradicionales techos en teja de barro, han sido sustituidos por eternit y/o zinc.

Grafica 29. Paredes de viviendas



Agua: todos los hogares que hacen parte de la Microcuenca, se abastecen de acueductos individuales, ya que no existe un acueducto veredal.

La distancia promedio que existe desde el punto donde se hace la captación de agua hasta cada una de las casas es de unos 300mts.

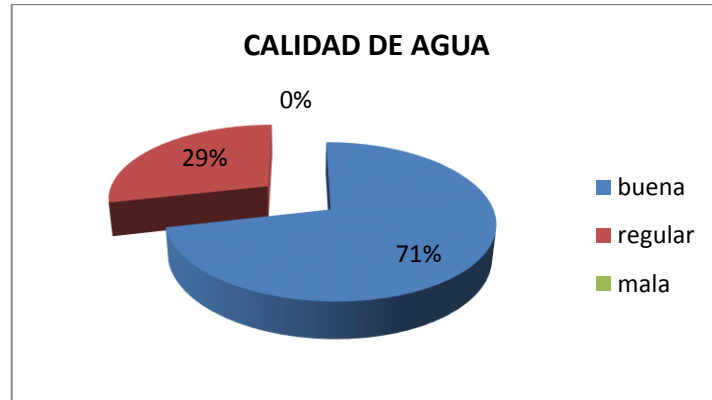
En todos los hogares encuestados hierve el agua para el consumo humano.

La cantidad de agua en invierno y verano es suficiente, pero con el manejo actual que se le está dando a la Microcuenca, llegará un momento en el cual la oferta sea insuficiente para cubrir todas las necesidades, pudiéndose presentar conflictos entre vecinos.

En la zona no se aplica la normatividad vigente para el uso del recurso hídrico, ninguna institución o ente gubernamental adelanta proyectos que beneficien a la comunidad de la zona en cuanto al recurso hídrico se refiere.

Calidad de agua: la mayoría de la población manifiesta que el agua que consume y utiliza para sus demás actividades es de buena calidad, otros piensan que es de regular calidad porque los vecinos de partes más altas realizan actividades relacionadas directamente con la Microcuenca que podrían afectar la calidad del agua que consumen y utilizan. El punto a rescatar es que nadie piensa que la calidad del agua es mala.

Grafica 30. Calidad de agua



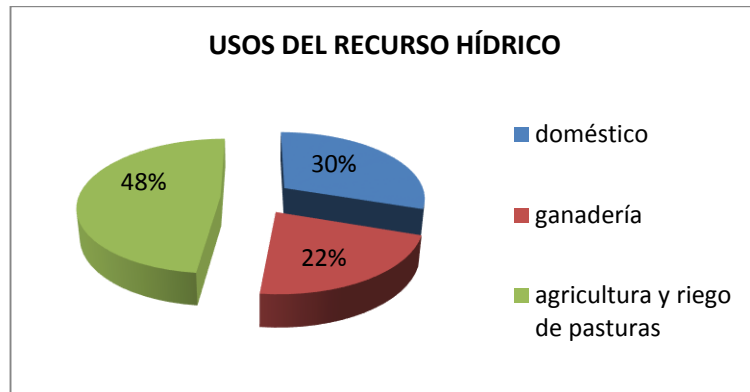
Usos del recurso hídrico: los usos que la comunidad le da al agua son principalmente: doméstico, ganadería, y agricultura, siendo el uso doméstico donde el gasto de agua es mayor.

Todos manifiestan tener prácticas de conservación de suelos y aguas, aunque muy mínimas, estas prácticas se ven reflejadas en los afloramientos de cada una de las fincas los cuales están protegidos con barreras muertas. Manifiestan no tener ninguna otra práctica de conservación por desconocimiento y falta de dinero.

La totalidad de los pobladores están dispuestos a destinar parte de sus fincas para dedicarlas a la conservación del ecosistema, siempre y cuando no genere alteraciones en sus actividades agrícolas y ganaderas, ya que son su único medio de subsistencia.

El método usado para el riego de cultivos y pasturas es la aspersión.

Grafica 31. Usos del recurso hídrico



Vías: la mayoría de viviendas cuentan con vías de acceso, las que no, se encuentran muy cercanas con trayectos menores de 500 metros hasta la vía. Según lo manifiesta la comunidad, estas vías se encuentran en malas y regulares condiciones, y el mantenimiento de ellas se hace cada año.

Infraestructura: ninguna de las fincas objeto de la encuesta socioeconómica cuenta ni con galpón, ni con establo, ni porqueriza, u otro tipo de infraestructura, simplemente con la casa de habitación.

Tratamiento de basuras: en todas las viviendas se quema las basuras, y en un 10% de ellas tienen un foso de abono para las basuras orgánicas, en ninguna vivienda utilizan los residuos orgánicos para alimento del ganado.

Plagas existentes: debido a las bajas temperaturas no se presentan plagas como moscos, cucarachas, ratones etc. La única plaga que manifiestan los pobladores se presenta es la babosa, la cual causa gran daño a sus cultivos principalmente de papa.

Dimensión económica: el instituto amazónico de investigación científica **SINCHI** y **MINANBIENTE**, en la dimensión económica se presentan datos sobre la tenencia y el uso del suelo, las actividades agropecuarias, el sector

manufacturero, el comercio y la prestación de servicios personales, el mercado laboral y la urbanización.

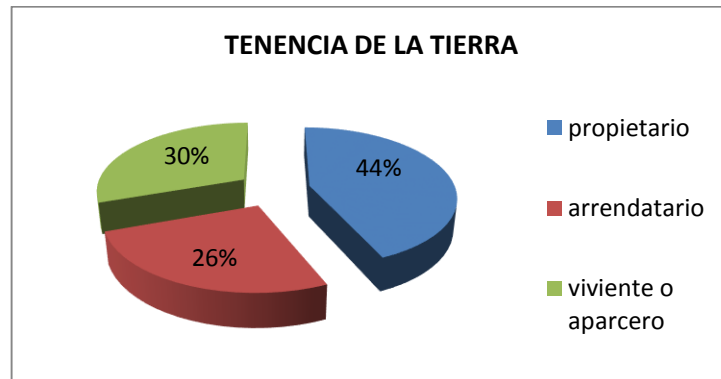
Utilidad de la Información Económica: esta información es útil para las instituciones del Estado, los planificadores, los tomadores de decisiones, los consultores, investigadores y el público en general con interés por la región.

Tenencia de la tierra: en la zona de influencia de la Microcuenca, el 79.52% de los habitantes poseen predios menores a 5 hectáreas, el 15.36% son predios entre las 5 y 20 hectáreas y 15.12% predios mayores a 20 hectáreas, lo que nos deja ver que la mayoría de los predios son minifundios.

La **Ley 160 de 1994** define la UAF como "la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal cuya extensión, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona y con tecnología adecuada, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que coadyuve a la formación de su patrimonio. La UAF no requerirá normalmente para ser explotada sino del trabajo del propietario y su familia, sin perjuicio del empleo de mano de obra extraña, si la naturaleza de la explotación así lo requiere."

Según el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER bajo la resolución número 1133 del 21 de junio del 2013, por medio del cual se fijan los patrones constitutivos de UAF (Unidad Agrícola Familiar) mínima a nivel predial, el municipio del Cerrito pose una UAF de 10 hectáreas convirtiéndose en el área mínima para que la población obtenga ganancias de por lo menos un salario mínimo legal vigente a partir de acciones productivas en sus predios.

Grafica 32. Tenencia de la tierra



Cultivos: en promedio el 40% de la extensión de las fincas es utilizado para la agricultura, el porcentaje restante es usado para pastoreo de ganado, o simplemente terrenos sin utilizar. Según el uso actual del suelo, en la Microcuenca la totalidad de las fincas habitadas abarcan una extensión de 3,4606 km², de los cuales 1,384 km² son utilizados para la agricultura, distribuidos de la siguiente manera:

Papa: 1,1902 km²

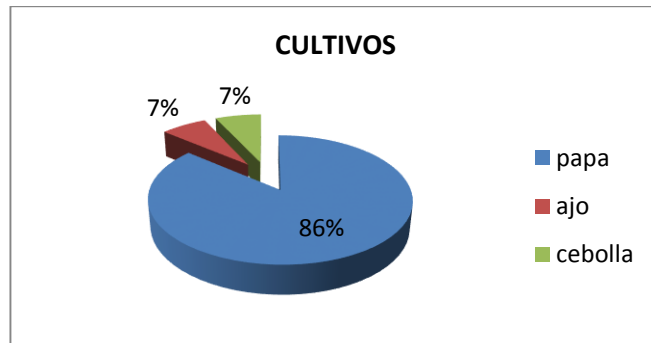
Cebolla: 0,0968 km²

Ajo: 0,0968 km²

Imagen 40. Campesinos en sus cultivos



Grafica 33. Cultivos



Papa: el cultivo de la papa ocupa por razones sociales, económicas y de consumo un lugar importante en la Microcuenca. Presenta un nivel tecnológico medio, se caracteriza por los altos costos de producción debido al alto uso de insumos químicos y el alto requerimiento de mano de obra. La forma de tenencia predominante en esta explotación es la propiedad.

El tamaño de las explotaciones es de 3 a 7 hectáreas en promedio, la mano de obra utilizada es familiar, intercambiada y contratada.

Generalmente se utiliza semilla de la misma zona, la preparación del suelo comúnmente se realiza con bueyes, se siembra manualmente con azadón y el control de malezas se hace en forma manual con azadón.

Se presenta alta incidencia de plagas y enfermedades, para el control fitosanitario se hace con productos químicos con un alto número de aplicaciones y en diferentes dosis y mezclas.

Entre las principales debilidades que afectan el sistema de producción papa tenemos

Incremento de plagas y enfermedades.

Alta aplicación de agroquímicos.

Poco se utilizan semillas mejoradas.

Degradación de suelos.
Bajos rendimientos.
Altos costos de producción.
Producto altamente perecedero.
Falta organización comunitaria.
Tendencia a intervenir más áreas de páramo.

Como amenazas que afectan el sistema de producción papa, tenemos:
Cambios hidrológicos y climáticos intempestivos y acentuados.
Escasa mano de obra en la zona.
Fluctuación de los precios del mercado.
Falta de infraestructura de acopio municipal.
Baja disponibilidad de servicios e infraestructura.

Ajo: el ajo es una hortaliza de excelentes cualidades alimenticias y medicinales. Es cultivo de una alta demanda insatisfecha en el país, constituyéndose entonces en una alternativa rentable para el agricultor.

La preparación del suelo se realiza con bueyes o tractor, la siembra se hace manualmente en sistema de eras y con altas densidades, el control de malezas también se hace en forma manual.

El mayor limitante del cultivo es la presencia de nemátodos y hongos que determina que no se puedan hacer más de dos siembras en un mismo lote. Algunos cultivos que utilizan como rotación particularmente haba, actúan como hospederos de los nemátodos y favorecen la presencia permanente del patógeno en el suelo. Algunas experiencias indican que la permanencia de los lotes infectados con gramíneas especialmente pastos, disminuye sustancialmente el problema.

El control de plagas y enfermedades se realiza con productos químicos con aplicaciones frecuentes en diferentes dosis y mezclas.

Entre las principales debilidades que afectan el sistema de producción ajo, tenemos: alta susceptibilidad a las plagas y enfermedades, especialmente a nemátodos y a hongos que producen la pudrición radicular *Sclerotium sp.*, alta dependencia de insumos químicos, degradación de suelos, altos costos de producción, degeneración de variedades por mal manejo de semillas, ampliación de la frontera agrícola, falta de organización comunitaria.

Como amenazas para el sistema de producción ajo, se encuentran: pérdida de cosechas por condiciones climáticas adversas, escasez de mano de obra en la zona, fluctuaciones de los precios del producto en el mercado, baja infraestructura de riego, baja capacidad de inversión de los productores, falta de infraestructura de acopio municipal.

Cebolla: el cultivo de la cebolla es muy similar al del ajo, por lo tanto se siguen las mismas prácticas y tiene las mismas debilidades y amenazas.

Comercialización: la comercialización de los productos agrícolas se realiza en muchas ocasiones mediante una larga cadena de intermediarios entre la finca y el mercado terminal, los cuales fijan los precios a su criterio, sin tener en cuenta los intereses y necesidades de los pequeños productores, pues los productos no son susceptibles de ser almacenados por largo tiempo.

Canales de comercialización de la papa: el comerciante de la papa hace una alta diferenciación del producto que él compra, no sólo por variedades sino además por calidades. Tiene establecido según sus variedades y calidad que compra, sus clientes y su canal de comercialización.

Las formas como fluye el producto en el canal de comercialización desde el productor hasta el consumidor final son las siguientes:

El pequeño productor vende normalmente el producto a acopiadores mayoristas, minoristas y hasta consumidores en algunas ocasiones, en la finca, a orilla de las

carreteras, en el mercado local y algunas veces en el mercado regional de Málaga.

El mediano productor normalmente vende al acopiador o directamente al mayorista de los mercados terminales de Cúcuta, Bucaramanga y ocasionalmente en Saravena o Venezuela.

A nivel de mercadeo este cultivo presenta problemas por las grandes variaciones de los precios, debido principalmente a las influencias cíclicas irregulares o la estacionalidad de la oferta y al poco poder de negociación que ellos tienen en el mercado por su bajo grado de asociación.

Canales de comercialización de hortalizas (ajo, cebolla): la comercialización de hortalizas la realizan los productores en el mercado regional de Málaga o venden el producto a acopiadores en la finca o en el mercado local, quienes lo transportan y lo venden a mayoristas en los mercados terminales de Cúcuta, Bucaramanga y Saravena.

Animales existentes: en todas las casas cuentan con animales como perros y gatos; en cuanto al ganado en un 70% de las fincas existen vacunos tanto jóvenes como adultos, en un 20% existen ovinos caprinos y camuros, en un 40% equinos, y en un 40% gallinas.

Imagen 41. Campesina con su hijo y ganado



Actividad pecuaria: el 30 % de la extensión de las fincas (1.038km²) es utilizado para este fin, aunque no es la base de la economía de la Microcuenca, en el 70% de las fincas crían ganado vacuno, ovino y caprino los cuales se venden en pie principalmente a personas que acuden directamente a las diferentes fincas. Se comercializa también la leche de ganado vacuno, la cual es vendida directamente desde las fincas, ya que un vehículo pasa todos los días y hace dicha recolección.

El sistema de pastoreo es extensivo, no se hacen drenajes a los potreros, poco se realizan prácticas de riego o fertilización y muy pocos realizan renovación o mejoramiento de praderas. El manejo se limita al control de malezas y reparación de cercas.

No se hace un adecuado manejo tanto de praderas como de animales. Estos se tienen en promiscuidad (adultos junto con los jóvenes), se presenta sobrecarga animal, comúnmente la monta es libre, la gran mayoría utilizan reproductores mestizos, algunos de buena calidad mejorante.

Los problemas sanitarios son en su mayoría consecuencia del parasitismo gastrointestinal y parasitismo externo, en donde los hemoparásitos y aneplasma

tienen elevada incidencia, sin desconocer las pérdidas ocasionadas por carbón sintomático, enfermedades vesiculares, mastitis y del tracto reproductivo.

Alimentación: los pobladores de la zona consumen productos como papa, ajo, y cebolla, los cuales son producidos en la misma vereda, los demás productos básicos de la canasta familiar los compran directamente en el casco urbano del municipio del Cerrito.

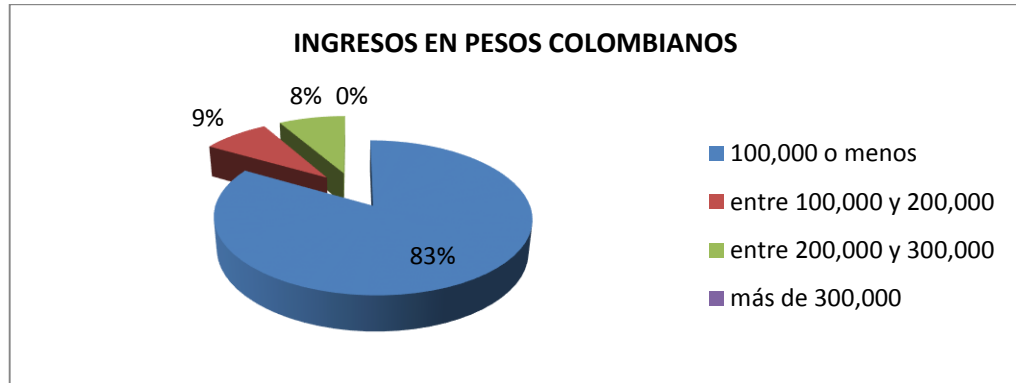
Ingresos y egresos: en todas las fincas encuestadas, manifiestan que son más los egresos que los ingresos, haciéndose muy difícil mantener su hogar. Logran subsistir gracias a la venta de leche, venta de ganado y cosecha, recursos los cuales ahorran y van gastando a medida que lo necesiten.

Los campesinos colombianos tienen todo el derecho a vivir del campo, en el campo y a hacerlo dignamente con su familia, mediante la UAF.

Pero la realidad en la zona de influencia de la Microcuenca río Angosturas es otra, la falta de educación y actualización a los campesinos por la inexistencia de una política agropecuaria de estado, el abandono de las autoridades locales, regionales y nacionales, no dejan surgir proyectos de desarrollo rural que podrían mejorar la calidad de vida de los pobladores y se está negando un derecho a los campesinos que por ley deberían recibirlo.

Por las anteriores apreciaciones los campesinos tienen que ingeniárselas para sobrevivir con un déficit económico, ya que las ayudas y programas que deberían tener no han llegado a esta zona por la ineficiencia de las autoridades competentes que solo buscan el bien particular y no el bien común.

Grafica 34. Ingresos



Participación en organizaciones comunitarias: a parte de la junta de acción comunal, la junta de padres de familia de la escuela el Mortiño, la asociación de paperos y ganaderos no existe ningún otro tipo de asociación comunitaria en la zona.

Muy pocos hacen parte de la junta de acción comunal, solo el 20% de los encuestados manifiestan hacer parte de ella, y de la junta de padres de familia hacen parte 22 padres.

Las principales razones expresadas para no participar de estas asociaciones, en este caso la junta de acción comunal son: no sirve para nada y no les queda tiempo.

Al indagar un poco más sobre este pensamiento, la comunidad manifiesta que los políticos de paso en época de campaña les hacen conformar la junta, les dicen que presenten los proyectos y necesidades que conlleven a mejorar su calidad de vida, y siempre terminan olvidados, en ocasiones gastan dinero para pasajes hasta el casco urbano, fotocopias, y otros gastos que nadie les reconoce.

Principalmente por estas razones se ha perdido el sentido de participación. Para lograr restaurarlo se debe hacer con soluciones y hechos reales haciéndoles ver que de forma organizada y con participación de todos las cosas se pueden lograr.

5.3 MATRIZ DOFA

Tabla 61. Matriz DOFA componente biótico.

LIMITANTES		POTENCIALIDADES	
DEBILIDADES	AMENAZAS	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Desaparición de flora y fauna por la tala y quema de vegetación para expansión de la frontera agropecuaria y obtención de madera y leña	Extinción de algunos animales silvestres como el tinajo, el cual su carne es muy apetecida para consumo; y el Cóndor, el cual es perseguido porque se le acusa de algunas muertes en el ganado.	La parte alta de la Microcuenca no esta tan intervenida como la parte media y baja, manteniéndose en gran proporción la regeneración de especies principalmente la familia Asteraceae	Al estarse agotando recursos tan esenciales como la madera y la leña, los pobladores están dispuestos a destinar alguna superficie de las fincas para reforestar y así más adelante obtener los recursos mencionados anteriormente.
No hay una conciencia de educación ambiental fortalecida en la comunidad que incite a la reforestación	Desaparición de la cobertura vegetal representada principalmente en arbustos y herbáceas.	Existe cuidado de árboles pero a nivel de predio, esto se da principalmente en las zonas de afloramientos de agua, ya que estos árboles ayudan a establecer barreras para impedir el paso del ganado.	La comunidad estaría dispuesta a recibir cualquier tipo de capacitación que conlleve a la restauración de la flora, y cuidado de la fauna.
La poca presencia institucional para darle a conocer a la comunidad la legislación sobre el uso adecuado de los recursos y las sanciones que acarrear no hacerlo	Extinción de algunas especies vegetales nativas, ya que la regeneración es nula.	Hay un número importante de especímenes de cóndor de los andes.	Algunos dueños de zonas aledañas al cauce de la Microcuenca, estarían dispuestos a vender sus predios a la administración municipal para fines de reforestación.
No se observan animales silvestres como en otras épocas cuando la zona no estaba tan intervenida (tinajo, venados, mapache, tigrillo)			

Tabla 62. Matriz DOFA componente abiótico.

LIMITANTES		POTENCIALIDADES	
DEBILIDADES	AMENAZAS	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Los campesinos aplican gran cantidad de productos químicos a sus cultivos sin mirar las deficiencias o excesos de elementos en los suelos, para usar los productos y cantidades adecuadas.	Perdida de la fertilidad de los suelos por la sobreexplotación para fines agrícolas, ya que son utilizados hasta que se absorbe todos sus nutrientes y luego son abandonados.	En la zona se encuentran una serie de atractivos turísticos como senderos, lagunas, afloramientos rocosos, en los cuales se puede generar turismo pero de manera responsable, y generar otra fuente de ingresos a los pobladores.	Establecimiento de cultivos de trucha, para que no se dependa solo del recurso suelo para la obtención de recursos económicos.
En algunas partes se empiezan a ver suelos estériles por deforestación, ya que al quedar los suelos descubiertos, se propicia la erosión por acción directa del sol y del viento, y por compactación por pisoteo del ganado.	En época de invierno el caudal aumenta abruptamente, siendo una amenaza para los pobladores de la parte media y baja de la Microcuenca, ya que en algunos sitios del cauce las pendientes no son tan altas.	Disponibilidad de agua durante todo el año para satisfacer todas las necesidades de la comunidad.	Se pueden establecer otras formas de producción agrícola como alternativa para sustituir los monocultivos y tener otra forma de sustento económico ayudando a la protección del recurso suelo.
Falta asesoría técnica por parte de las autoridades competentes para generar proyectos productivos que no generen daños a los recursos, especialmente el hídrico.	Consumo de agua contaminada por parte de la población y animales por la gran utilización de productos químicos en el suelo para la producción agrícola, los cuales luego son llevados al cauce por procesos de lixiviación.	El aire que se respira en la zona es totalmente descontaminado, pues la zona se encuentra alejada de los centros urbanos.	Por la cantidad de caudal se puede establecer un acueducto veredal ya que todas las familias cuentan con acueductos individuales, y así estar preparados si se pudiera presentar un déficit del recurso.
Al perderse la productividad de los suelos, se buscan áreas vírgenes para establecer cultivos, dejando terrenos descubiertos generándose pérdida de suelo, deslizamientos en zonas de pendiente y contaminación del recurso hídrico, ya que por procesos de lixiviación y escorrentía los elementos contaminantes que quedan en estos suelos son llevados hasta el cauce principal de la Microcuenca.			
En la mayoría de las áreas cultivadas no hay rotación de cultivos.			
El recurso hídrico se encuentra amenazado por la constante deforestación, ya que los suelos desprovistos de vegetación no son capaces de generar un recargue o almacenamiento hídrico, generándose en época de verano una disminución significativa del caudal.			

Tabla 63. Matriz DOFA componente social

LIMITANTES		POTENCIALIDADES	
DEBILIDADES	AMENAZAS	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Vías de acceso en pésimos estados.	Peligro de accidentes automovilísticos.	Accesibilidad a la zona de la Microcuenca ya que existen vías vehiculares.	Comunidad dispuesta a capacitarse para saber la disposición final que se le debe dar a los residuos sólidos y líquidos
La disposición final de los residuos sólidos y líquidos no es la adecuada.	Posible aparición de enfermedades por la mala disposición final de residuos químicos utilizados para la producción agrícola.	El 100% de la población cuenta con energía eléctrica.	Fortalecimiento de la junta de acción comunal para presentar proyectos de bien común ante la administración municipal.
No hay un centro de salud cercano, por lo cual los pobladores tienen que desplazarse al centro urbano ante un problema de salud lo que implica de 3 a 4 horas de camino a pie.		Todos los hogares que tienen batería sanitaria cuentan con pozo séptico para la disposición final de excretas.	
No hay señal de telefonía, televisión ni internet.	Muerte de pobladores ante la presencia de alguna urgencia de salud.	En la zona existe una escuela la cual presta educación preescolar y primaria, proporcionando al estudiantado refrigerio y almuerzo.	Disponibilidad del SENA para llevar cursos y asistencia técnica hasta la zona de la Microcuenca.
La escuela del mortiño solo cuenta con un profesor, el cual tiene a su responsabilidad todos los cursos de primaria, manejando un promedio de 25 estudiantes, generando una mala calidad de educación.			
La infraestructura de algunas viviendas no es la adecuada, ya que el 4% de ellas no cuenta con batería sanitaria.	Abandono de viviendas por las pocas oportunidades de empleo.	Disponibilidad del SENA para llevar cursos y asistencia técnica	
Altos índices de necesidades básicas insatisfechas, por lo que la población migra a los centros urbanos (Bucaramanga, Cúcuta, Bogotá principalmente) buscando mejor calidad de vida.	Niños con bajos niveles de escolaridad, ya que en la escuela de la zona solo se prestan servicios de transición y primaria, y los trayectos hasta el casco urbano para recibir el bachillerato son muy largos.	Existe una junta de padres de familia de estudiantes de la escuela el Mortiño constituida y dispuesta a generar propuestas para mejorar la calidad de educación de sus hijos.	
No hay una junta de acción comunal fortalecida.			

Tabla 64. Matriz DOFA componente económico.

LIMITANTES		POTENCIALIDADES	
DEBILIDADES	AMENAZAS	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Carencia de programas de asistencia técnica, capacitación y transferencia de tecnología agropecuaria por parte de las instituciones que por ley deben hacer presencia en la zona.	Bajo porcentaje de área de suelo apto para cultivos agrícolas, según el mapa de uso potencial, solo el 7.45% de la extensión total.	Amplia posibilidad de acceso de los productos agropecuarios de la Microcuenca hacia mercados de la región.	El turismo responsable generaría ingresos económicos significativos, ya que los pobladores podrían ofrecer servicios de guías, vender productos propios de la zona, cobrar por entrar a sus predios, etc.
Baja organización gremial por parte de los productores; no hay visión empresarial para el posicionamiento de los productos en el mercado.	Las áreas cultivables se están agotando.	Los productos que se siembran tienen el mercado asegurado, ya que se tiene gran demanda de ellos.	Existencia de políticas institucionales para el desarrollo productivo, organizativo, gestión empresarial y mercadeo de los productos agropecuarios producidos en la Microcuenca.
Alta inestabilidad de los precios regionales de los productos.	Hay muy pocas fuentes de ingresos.		
Alta intermediación para el mercadeo y comercialización de los productos agropecuarios, por lo cual los intermediarios son los que se quedan con las mayores ganancias. Se debe consolidar un mercado directo entre productor y consumidor	Baja competitividad frente a productores de otras zonas de la región y el país.	Vocación y experiencia de los productores en Algunas prácticas tradicionales de cultivos, las cuales con asistencia técnica se pueden mejorar y así obtener mayor productividad.	Políticas de incentivos a la capitalización rural y disponibilidad de recursos de crédito por parte del estado.
Los campesinos manifiestan altos costos de producción de los cultivos, generando en ocasiones pérdidas, pero lo siguen haciendo porque no tienen capacitación para generar otro tipo de producción que genere mejores ganancias económicas.	Altos costos de materiales, insumos y demás suministros para la producción.		
Baja competitividad de los productores en el resultado de las actividades agropecuarias, que se traduce en bajos niveles de ingresos y rentabilidad.	Insuficiente desarrollo tecnológico para enfrentar el reto que representa la globalización de los mercados, impidiendo que se pueda competir en precio con otros productores del país que si cuentan con tecnificación de cultivos.		
Baja capacidad de inversión por la poca disponibilidad de recursos, escasas opciones de crédito, el cual es insuficiente y de difícil acceso para el productor.			
Carencia de infraestructura rural y de apoyo logístico para la producción, clasificación, procesamiento y comercialización de los productos.			
			Opciones de capacitación tecnológica y organizacional, con las diferentes instituciones como la administración municipal, CAS, ICA, que deben hacer presencia en esta zona.

6.3.1 Estrategias

Estrategias FA: realizar alianzas estratégicas en cuanto al recurso hídrico, con la administración municipal para la conservación y protección de la cuenca en acciones como la compra de predios, reforestación, aislamiento y saneamiento básico.

Llegar a la zona permanentemente con brigadas de salud, ya que como se mencionó, un centro de salud u hospital para atender cualquier eventualidad queda muy retirado de la zona.

Generar fuentes de empleo para evitar el desplazamiento poblacional.

Estrategias FO: proteger el afluente abastecedor del acueducto que supe las necesidades de agua de la población del casco urbano, mediante trabajo colectivo entre Instituciones, gremios y comunidad tendientes a: protección de nacimiento e implementación de buenas prácticas agrícolas, para que la oferta de agua esté garantizada

Brindar acceso a la oferta tecnológica sostenible y sustentable para las actividades agropecuarias con la introducción de sistemas agroforestales, silvícolas y silvopastoriles.

La Microcuenca al contar con vías de acceso, con un bello paisaje, puede ser aprovechada como un atractivo turístico muy llamativo para todos los visitantes.

Gestión de acciones institucionales para el apoyo y promoción del sector productivo, en lo organizacional, gestión empresarial y de mercadeo.

Adelantar convenios y alianzas a nivel local, departamental, entre instituciones, y/o asociaciones para la prestación de servicios de asistencia técnica, capacitación y transferencia de tecnología.

Consolidación, Constitución y Fortalecimiento de la junta de acción comunal como estructura consultiva para la gestión e implementación de los proyectos: mediante mesas temáticas realizadas permanentemente.

Estrategias DA: en algunas partes de la Microcuenca se presentan altas pendientes, que junto con la deforestación, es muy susceptible a crecidas, se recomienda la activación de los comités locales de emergencia (CLOPAD) del municipio y fomentar acciones para la prevención y atención de emergencias.

La urgente reforestación de áreas intervenidas por la mano del hombre, para que no se extinga la totalidad de la fauna, y al contrario se mantenga y aumente.

Estrategias DO: fortalecer los Sistemas de Áreas protegidas determinando las áreas de importancia estratégica priorizadas para la Conservación de la biodiversidad y la regulación del recurso hídrico.

Realizar estudios de Suelos en áreas afectadas por la deforestación, que permitan identificar la fertilidad, y así generar lineamientos para el uso adecuado en la actividad agrícola y forestal de acuerdo a su potencial.

Identificar los beneficios y costos sociales de poseer y mantener los bienes ambientales (bosques, agua, suelo, fauna, aire) que actualmente se encuentran subvalorados al considerar únicamente que la demanda de agua presente este satisfecha sin pensar en el futuro. De esta manera se constituye en una herramienta que permite el uso adecuado de los recursos ambientales; tendientes a general una valoración económica ambiental que permita tener un portafolio de servicios ambientales en la Microcuenca, para garantizarlos a las generaciones futuras.

Fomento, implementación, control y seguimiento de convenios de producción más limpia de los sectores productivos (agrícola, pecuario), que aseguren procesos ambientalmente sostenibles.

Las entidades encargadas de la parte ambiental en la región, en este caso la CAS, deben hacer cumplir las leyes correspondientes, por ejemplo se hace la tala de especies sin ningún tipo de impedimento.

Programas de diversificación de cultivos que apunten a la oferta exportadora fortaleciendo las cadenas productivas existentes que permitan la generación de valor agregado a través de nuevos productos y subproductos agrícolas, pecuarios, forestales y piscícolas.

Formular estrategias de conservación enfocadas hacia la aplicación de la normatividad ambiental, la implementación de incentivos, compra de predios, saneamiento predial, reconversión y restauración ecológica, herramientas de manejo de paisaje, corredores ecológicos en áreas estratégicas para la conservación.

Desarrollo de programas de producción más limpia con agricultura orgánica, por ejemplo en el caso de la papa la cual para su producción necesita una gran cantidad de abonos, insecticidas y herbicidas de origen químico, para obtener productos de alta calidad, a fin de mejorar la competitividad.

Trabajar la cultura ambiental mediante la aplicación de actividades lúdicas y pedagógicas. Trabajando costumbres, acciones y reglas mínimas que generen sentido de pertenencia, que faciliten la convivencia y conduzcan al reconocimiento de deberes y derechos, promoviendo el uso sustentable de los recursos en la Microcuenca.

Generar condiciones para el mejoramiento de la calidad de vida de la población de la Microcuenca mediante la implementación de programas de seguridad alimentaria, mercados verdes, biocomercio, productos alternativos, especies promisorias, aprovechamiento de recursos locales y productos no maderables del bosque, piscicultura, energía alternativa entre otros. Desarrollados mediante alianzas de cooperación institucional y comunitaria a mediano y largo plazo donde

se desarrolle capacitación, implementación, seguimiento y mercadeo, tendientes a la formación y/o fortalecimiento de asociaciones.

5.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES MEDIANTE EL MÉTODO EPM O MÉTODO ARBOLEDA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.4.1 Evaluación de impactos generados por la agricultura

Imagen 42. Impactos generados por la agricultura



Tabla 65. Evaluación de impactos generados por la agricultura

IMPACTO	C	P	E	D	M	Ca	Impacto ambiental
Reducción del área forestal	-N	1	0.8	1	0.4	-5.24	Relevante
Reducción de la población de fauna silvestre	-N	1	0.6	1	0.5	-5.1	Relevante
Incremento del riesgo de enfermedades en la población	-N	0.6	0.4	0.6	0.4	-1.752	Irrelevante
Contaminación del recurso hídrico	-N	1	0.9	0.2	0.5	-3.75	Moderado
Perdida de la fertilidad y propiedades del suelo	-N	1	0.4	1	0.3	-3.84	Moderado
Aumento en la probabilidad de inundaciones	-N	0.8	0.4	0.3	0.4	-1.616	Irrelevante
Deterioro del paisaje natural	-N	1	0.8	1	0.5	-5.8	Relevante
Reducción de la disponibilidad de aguas superficiales	-N	1	0.6	0.5	0.4	-3.18	Moderado
Generación de empleo	+P	1	0.8	0.6	0.6	+5.16	Relevante

Impacto: reducción del área forestal: a causa de la expansión de la frontera agrícola, el área forestal se ve notoriamente reducida.

Clase: es negativa, porque la sobreexplotación de los suelos hace que pierdan su fertilidad, y conlleva así a buscar suelos nuevos.

Presencia: es cierta, se visualiza comparando imágenes del pasado con imágenes presentes de la Microcuenca.

Evolución: la evolución es rápida, la agricultura es uno de los pocos medios de subsistencia, y permanentemente la población tiene que buscar terrenos para siembra.

Duración: la duración es muy larga, porque para volver a ver un terreno reforestado nuevamente, se necesitaran más de 10 años.

Magnitud: la magnitud es media, ya que con las acciones que se empiecen a ejecutar con el plan de manejo ambiental, este impacto se verá minimizado.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.4) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 5.24$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es significativo o relevante.

Impacto: reducción de la población de fauna silvestre: a causa de la expansión de la frontera agrícola, la población de fauna se ve notoriamente reducida.

Clase: es negativa, porque la expansión de la frontera agrícola hace que se le quite el hábitat a la fauna y ésta migre a otros lugares.

Presencia: la presencia es cierta, se evidencia comparando imágenes aéreas, y con el testimonio de las personas más longevas de la zona.

Evolución: la evolución es rápida, la agricultura es uno de los pocos medios de subsistencia, y permanentemente la población tiene que buscar terrenos para siembra acabando así con la fauna.

Duración: la duración es muy larga, porque para volver a ver un terreno reforestado nuevamente y así lograr que especies de fauna vuelvan nuevamente, se necesitaran más de 10 años.

Magnitud: la magnitud es relevante, pero con las acciones que se empiecen a ejecutar con el plan de manejo, este impacto se verá minimizado.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.5) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 5.1$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es significativo o relevante.

Impacto: Incremento del riesgo de enfermedades en la población: a causa del uso de agroquímicos, se incrementa el riesgo de adquirir enfermedades en la población.

Clase: es negativa, porque desmejora la calidad de vida de la población.

Presencia: es probable, porque algún tipo de producto agroquímico, puede causar alguna enfermedad.

Evolución: es media, porque la enfermedad, se presenta en el tiempo de siembra.

Duración: es media, por el tiempo en que es cultivado un terreno para posteriormente buscar otro nuevo.

Magnitud: la magnitud es media, ya que con las acciones que se empiecen a ejecutar con el plan de manejo ambiental, este impacto se verá minimizado.

$$Ca = - (0.6 \times ((7 \times 0.4 \times 0.4) + (3 \times 0.6)))$$

$$Ca = - 1.752$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es poco significativo o irrelevante.

Impacto: Contaminación del recurso hídrico: a causa del uso de agroquímicos, y por procesos de lixiviación el recurso hídrico se ve contaminado.

Clase: es negativa, porque se contamina el recurso hídrico, el cual es consumido por la población aguas abajo.

Presencia: es cierta, el gran uso de agroquímicos, insecticidas y herbicidas contaminan el recurso hídrico.

Evolución: la evolución es rápida, son cultivos los cuales la mayor cantidad del año se les está aplicando productos químicos.

Duración: la duración es corta, ya que cuando no hay cultivos, pues no hay contaminación al recurso hídrico.

Magnitud: la magnitud es media, ya que con las acciones que se empiecen a ejecutar con el plan de manejo ambiental, este impacto se verá minimizado.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.9 \times 0.5) + (3 \times 0.2)))$$

$$Ca = - 3.75$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es Moderadamente significativo o moderado.

Impacto: Perdida de la fertilidad y propiedades del suelo

A causa de la sobreexplotación de los suelos se pierde la fertilidad y propiedades de los mismos.

Clase: es negativa, porque la pérdida de la fertilidad de los suelos, hace que se busquen suelos vírgenes.

Presencia: es cierta, con las visitas de campo se pudo comprobar este impacto.

Evolución: la evolución es media, ya que las propiedades del suelo se pierden con cada cosecha.

Duración: es muy larga, ya que para que el suelo recupere sus propiedades, se necesita que pase una larga cantidad de años, primero hay que reforestar la zona y que el suelo por sí mismo valla recuperando sus propiedades.

Magnitud: la magnitud es baja, pero a medida que se valla ejecutando el plan de manejo ambiental la afectación por causa de este impacto va a disminuir notoriamente.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.4 \times 0.3) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 3.84$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es Moderadamente significativo o moderado.

Impacto: Aumento en la probabilidad de inundaciones: por la pérdida de la cobertura vegetal para utilizar esos terrenos en agricultura, se aumenta la probabilidad de inundaciones.

Clase: es negativa, porque al aumentar la probabilidad de inundaciones, aumenta el riesgo de deslizamientos y pérdida de suelos, convirtiéndose en una amenaza para la población no solo de la zona sino también aguas abajo.

Presencia: es muy probable que este evento ocurra, porque cada día aumenta la pérdida de cobertura vegetal, para utilizar nuevos terrenos en agricultura.

Evolución: es media, porque en el curso del caudal se evidencian deslizamientos, que más adelante pueden causar inundaciones.

Duración: es corta, ya que si se presenta, se pueden tomar medidas para mitigar este impacto.

Magnitud: es media, con las acciones que se tomen en el plan de manejo ambiental, se contribuirá a que este impacto no ocurra.

$$Ca = - (0.8 \times ((7 \times 0.4 \times 0.4) + (3 \times 0.3)))$$

$$Ca = - 1.616$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es poco significativo o irrelevante.

Impacto: Deterioro del paisaje natural: la pérdida de la cobertura vegetal y otros recursos para utilizar suelos nuevos en agricultura, hace que el paisaje se vea deteriorado y no sea agradable para propios y extraños.

Clase: es negativo, porque la necesidad de buscar terrenos vírgenes para cultivar, hace que se deteriore el paisaje.

Presencia: es cierta, se comprueba comparando imágenes aéreas de años atrás con las de ahora, y por testimonios de pobladores de la zona.

Evolución: es rápida, ya que cada día se necesitan nuevos terrenos para agricultura, deteriorando así el paisaje natural.

Duración: es muy larga, para volver a recuperar el paisaje se necesitan muchos años.

Magnitud: es media, las acciones planteadas en el plan de manejo ambiental, llevaran a detener el deterioro del paisaje, y recuperar dicho paisaje natural.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.5) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 5.8$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es significativo o relevante.

Impacto: Reducción de la disponibilidad de aguas superficiales: la pérdida de la cobertura vegetal para fines de agricultura, hace que se pierda la capacidad de los suelos de retener agua, y por consiguiente la disponibilidad de aguas superficiales.

Clase: es negativa, porque en época de verano disminuye notoriamente el potencial hídrico.

Presencia: es cierta, los pobladores de la zona manifiestan que cuando había más cobertura vegetal la disponibilidad de agua era mayor.

Evolución: es media, ya que la pérdida de cobertura vegetal y por ende disponibilidad de agua superficial, se da con la necesidad de buscar nuevos terrenos para la agricultura.

Duración: es media, con la reforestación de áreas degradadas se puede recuperar la disponibilidad de aguas superficiales.

Magnitud: es media, con las acciones que se plantean en el plan de manejo ambiental, se puede recuperar la capacidad de retención de agua en el suelo, para que la disponibilidad de agua superficial aumente.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.6 \times 0.4) + (3 \times 0.5)))$$

$$Ca = - 3.18$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es Moderadamente significativo o moderado.

Impacto: Generación de empleo: la agricultura genera empleo para los pobladores de la zona, ya que es uno de los pocos medios de subsistencia que existe.

Clase: es positiva, la agricultura ayuda para que se viva en condiciones dignas.

Presencia: es cierta, al ser uno de los pocos medios para obtener recursos monetarios la mayoría de los pobladores se dedican a la agricultura.

Evolución: es rápida, ya que todo el año se está labrando la tierra.

Duración: es media, ya que este impacto se ve disminuido con la pérdida de la fertilidad de los suelos.

Magnitud: es media, en el plan de manejo se busca que los pobladores tengan otra fuente de ingresos para mejorar su calidad de vida.

$$Ca = + (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.6) + (3 \times 0.6)))$$

$$Ca = + 5.16$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es significativo o relevante.

5.4.2 Evaluación de impactos generados por la ganadería

Imagen 43. Impactos generados por la ganadería



Tabla 66. Evaluación de impactos generados por la ganadería

IMPACTO	C	P	E	D	M	Ca	Impacto ambiental
Reducción del área forestal	-N	1	0.8	1	0.4	-5.24	Relevante
Reducción de la población de fauna silvestre	-N	1	0.6	1	0.5	-5.1	Relevante
Contaminación del recurso hídrico	-N	1	1	0.1	0.6	-4.5	Moderado
Contaminación atmosférica	-N	1	0.1	1	0.6	-3.42	Moderado
Compactación de los suelos	-N	1	0.8	0.4	0.6	-4.56	Moderado
Deterioro del paisaje natural	-N	1	0.8	1	0.5	-5.8	Relevante
Generación de recursos monetarios	+P	1	0.1	0.3	0.4	+1.18	Irrelevante

Impacto: Reducción del área forestal: la expansión de la frontera ganadera hace que se reduzca el área forestal.

Clase: es negativa porque la poca disponibilidad de alimento hace que el ganado busque nuevas zonas para pastoreo.

Presencia: es cierta, se evidencia con las visitas a campo y testimonio de los pobladores.

Evolución: es rápida, porque el ganado rápidamente acaba con el alimento disponible en una zona y tiene que desplazarse a otra.

Duración: es muy larga, porque para ver terrenos reforestados nuevamente se necesita una larga cantidad de años.

Magnitud: es media, las acciones que se proponen en el plan de manejo ambiental ayudaran a disminuir este impacto.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.4) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 5.24$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es significativo o relevante.

Impacto: Reducción de la población de fauna silvestre: a causa de la expansión de la frontera ganadera, la población de fauna se ve notoriamente reducida.

Clase: es negativa porque al haber más espacio para el ganado la población de fauna silvestre disminuye.

Presencia: es cierta, se comprueba por testimonios de los pobladores más longevos.

Evolución: es media, ya que el ganado rápidamente termina el alimento disponible en determinado sitio, y tiene que explorar nuevos terrenos.

Duración: es muy larga, para que especies de fauna que han estado antes en el sitio vuelvan, se necesita que el terreno esté reforestado nuevamente.

Magnitud: es media, con las acciones propuestas en el proyecto se ayudara a mitigar y restaurar este impacto.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.6 \times 0.5) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 5.1$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es significativo o relevante.

IMPACTO: Contaminación del recurso hídrico: la Microcuenca no tiene ningún tipo de aislamiento, por lo que el ganado pasea libremente contaminando el agua con sus excrementos.

Clase: es negativa, porque el ganado contamina el agua, la cual es utilizada por pobladores aguas abajo.

Presencia: es cierta, se pudo comprobar con las visitas a campo.

Evolución: es muy rápida, porque el recurso hídrico se contamina inmediatamente el animal deja sus excretas en el cauce.

Duración: es muy corta, ya que el cauce lleva una velocidad considerable, pero la contaminación es constante.

Magnitud: es media, en el plan de manejo ambiental se enuncian propuestas para que este impacto sea mínimo.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 1 \times 0.6) + (3 \times 0.1)))$$

$$Ca = - 4.5$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es Moderadamente significativo o moderado.

Impacto: Contaminación atmosférica: las excretas del ganado emiten gases contaminantes a la atmosfera.

Clase: es negativa, porque se está contaminando la atmosfera.

Presencia: es cierta, lo estamos viviendo con el cambio en el clima.

Evolución: es muy lenta, ya que la temperatura del planeta aumenta pero lentamente.

Duración: es muy larga, el calentamiento global difícilmente será reversible.

Magnitud: es media, con acciones que se plantean en el proyecto se aumentará la masa boscosa, para así tener mayor captación de dióxido de carbono (CO₂).

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.1 \times 0.6) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 3.42$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es Moderadamente significativo o moderado.

Impacto: Compactación de los suelos: al haber sobre pisoteo al suelo este se compacta

Clase: en negativa, porque en los terrenos compactados es difícil que surja nueva vegetación.

Presencia: es cierta, se evidencia con las salidas de campo echas.

Evolución: es rápida, el continuo caminar del ganado por el mismo sitio hace que la compactación se de en periodos cortos de tiempo.

Duración: es media, para mitigar esta compactación, se hace necesario aislar el ganado y reforestar la zona afectada.

Magnitud: es media, con acciones planteadas en el plan de manejo, este impacto se podrá minimizar.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.8) + (3 \times 0.4)))$$

$$Ca = - 4.56$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es Moderadamente significativo o moderado.

Impacto: Deterioro del paisaje natural: la expansión de la frontera ganadera hace que el paisaje cambie negativamente.

Clase: es negativa, el deterioro del paisaje se hace evidente donde hay ganadería.

Presencia: es cierta, por comparaciones de fotografías aéreas y visitas echas a campo se pudo comprobar.

Evolución: es rápida, el pastoreo del ganado hace que el alimento se acabe en periodos de tiempo cortos, necesitando nuevos terrenos para alimentarse.

Duración: es muy larga, la recuperación de estos terrenos conlleva muchos años.

Magnitud: es media, las acciones que se plantean en el proyecto garantizan la recuperación de estas zonas a largo plazo.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.5) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 5.8$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es significativo o relevante.

Impacto: generación de recursos monetarios: la venta de semovientes y obtención de subproductos como leche y lana, generan recursos monetarios para los pobladores de la zona.

Clase: es positiva, porque con los recursos que ganan pueden llevar una vida digna.

Presencia: es cierta, se pudo comprobar con las encuestas socioeconómicas realizadas.

Evolución: es muy lenta, para obtener ganancias con el ganado deben esperar periodos de tiempo mayores a dos años.

Duración: es corta, el ganado lo están vendiendo en periodos de tiempo de tres o más años.

Magnitud: es media, con acciones planteadas en el proyecto se busca que los pobladores tengan otras alternativas amigables con el medio ambiente para obtener recursos monetarios.

$$Ca = + (1 \times ((7 \times 0.1 \times 0.4) + (3 \times 0.3)))$$

$$Ca = + 1.18$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es poco significativo o irrelevante.

5.4.3 Evaluación de impactos generados por la extracción de madera y leña

Imagen 44 . Impactos generados por la extracción de madera y leña



Tabla 67. Evaluación de impactos generados por la extracción de madera y leña

IMPACTO	C	P	E	D	M	Ca	Impacto ambiental
Reducción del área forestal	-N	1	0.9	1	0.5	-6.15	Relevante
Reducción de la población de fauna silvestre	-N	1	0.8	1	0.5	-5.8	Relevante
Aumento en la probabilidad de inundaciones	-N	0.8	0.5	0.4	0.4	-2.08	Irrelevante
Deterioro del paisaje natural	-N	1	0.9	1	0.5	-6.15	Relevante
Reducción de la disponibilidad de aguas superficiales	-N	1	0.8	1	0.4	-5.24	Relevante
Contaminación atmosférica	-N	1	1	1	0.7	-7.9	Grave
Mejor calidad de vida	+P	1	0.8	0.1	0.7	+4.22	Moderado

Impacto: reducción del área forestal: la necesidad constante de adquirir madera para la cocción de alimentos y otros usos, hace que se reduzca notoriamente el área forestal.

Clase: es negativa, al no tener otros medios para la cocción de alimentos, los pobladores se ven obligados a acudir a la flora de la zona, y así ayudar con la reducción del área forestal.

Presencia: es cierta, la comparación de fotografías aéreas del antes y el ahora, hace evidente este impacto.

Evolución: es rápida, la cocción de alimentos se hace todos los días, por lo que se necesita leña constantemente.

Duración: es muy larga, para recuperar éstas áreas, se necesita una larga cantidad de años.

Magnitud: es media, las acciones que se toman en el proyecto ayudaran a mitigar este impacto.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.9 \times 0.5) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 6.15$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es significativo o relevante.

IMPACTO: reducción de la población de fauna silvestre: la continua explotación del recurso flora, hace que la fauna que estaba en los lugares explotados migre o se extinga.

Clase: es negativa, la continua extracción de madera y leña, hace que la fauna se reduzca notoriamente.

Presencia: es cierta, los testimonios de los pobladores más longevos así lo manifiestan.

Evolución: es rápida, la necesidad continua de obtener leña, hace que el recurso bosque se explote continuamente, lo que ocasiona la pérdida de la fauna.

Duración: es muy larga, para detener este impacto, hay que reforestar nuevamente la zona, lo cual conlleva un largo periodo de tiempo.

Magnitud: es media, las acciones que se plantean en el plan de manejo, ayudaran a que este impacto se minimice.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.5) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 5.8$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es significativo o relevante.

- **IMPACTO: Aumento en la probabilidad de inundaciones**

Al no haber cobertura vegetal, no hay retención de agua en el suelo y cuando llueve toda es agua es transportada por procesos de escorrentía aumentando la probabilidad de inundaciones aguas abajo.

Clase: es negativa, la extracción de madera y leña deja descubierto el suelo, aumentando el riesgo de inundaciones y deslizamientos.

Presencia: es muy probable, cuando hay aguaceros torrenciales los potreros se inundan y hay deslizamientos de tierra.

Evolución: es media, este impacto se puede presentar en épocas de invierno.

Duración: es media, para que este impacto no se presente se debe recuperar las áreas deforestadas.

Magnitud: es media, las acciones tomadas en el plan de manejo ayudaran a mitigar este impacto.

$$Ca = - (0.8 \times (7 \times 0.5 \times 0.4) + (3 \times 0.4))$$

$$Ca = - 2.08$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es poco significativo o irrelevante

IMPACTO: Deterioro del paisaje natural: la extracción de madera y leña y por ende perdida de la cobertura vegetal, ocasionan destrucción al paisaje natural.

Clase: es negativa, la pérdida del paisaje natural, hace que se genere un ambiente desagradable para propios y extraños.

Presencia: es cierta, la comparación de imágenes aéreas del antes y el ahora, hacen evidente este impacto.

Evolución: es rápida, la constante necesidad de obtención de leña, hace que este impacto crezca rápidamente.

Duración: es muy larga, para recuperar estas zonas debe pasar una considerable cantidad de tiempo.

Magnitud: es media, en el plan de manejo ambiental se plantean soluciones muy acordes para solucionar éste impacto.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.9 \times 0.5) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 6.15$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es significativo o relevante.

IMPACTO: Reducción de la disponibilidad de aguas superficiales: la destrucción de la cobertura vegetal para la obtención de madera y leña, hace que los suelos no retengan agua y por ende disminuya la disponibilidad de aguas superficiales.

Clase: es negativa, en época de verano se ve reducido el potencial hídrico.

Presencia: es cierta, los pobladores de la zona manifiestan que cuando había cobertura vegetal la disponibilidad de agua era mayor.

Evolución: es rápida, la avanzada deforestación para obtener leña, hace que se reduzca la disponibilidad de agua superficial.

Duración: es muy larga, para que vuelva a haber retención de agua por parte del suelo, la zona tiene que estar reforestada nuevamente.

Magnitud: es media, las acciones que se plantean en el plan de manejo, conllevan a mitigar la acción de éste impacto.

$$Ca = - 8(1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.4) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 5.24$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es significativo o relevante.

Impacto: contaminación atmosférica: la quema de la leña, produce gran cantidad de gases contaminantes.

Clase: es negativa, la contaminación que se genera a la atmosfera ayuda a aumentar la temperatura del planeta, ya que la contaminación no es local, es global.

Presencia: es cierta, lo vimos en las salidas de campo, en la totalidad de las viviendas cocinan con leña, lo que genera contaminación atmosférica.

Evolución: es muy rápida, todos los días y todo el tiempo se tiene la combustión de madera.

Duración: es muy larga, difícilmente la temperatura del planeta volverá a bajar.

Magnitud: es alta, en el proyecto se plantean alternativas diferentes para la cocción de alimentos.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.7 \times 1) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 7.9$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es muy significativo o grave.

Impacto: mejor calidad de vida: el tener con que cocinar les garantiza a los pobladores la subsistencia.

Clase: es positiva, la tenencia permanente de leña y madera para sus construcciones garantiza una mejor calidad de vida.

Presencia: es cierta, se comprueba con las entrevistas echas a los pobladores.

Evolución: es rápida, la leña y madera es utilizada yodos los días.

Duración: es muy corta, la sobreexplotación del recurso bosque está llevando a que cada día halla menos disponibilidad de leña y madera.

Magnitud: es alta, en el proyecto se plantean alternativas diferentes a la utilización de leña para mejorar la calidad de vida de los pobladores.

$$Ca = + (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.7) + (3 \times 0.1)))$$

$$Ca = + 4.22$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es Moderadamente significativo o moderado.

5.4.4 Evaluación de impactos generados por el mantenimiento de las vías

Imagen 45. Impactos generados por el mantenimiento de vías



Tabla 68. Evaluación de impactos generados por el mantenimiento de vías

IMPACTO	C	P	E	D	M	Ca	Impacto ambiental
Contaminación del recurso hídrico	-N	1	0.8	0.1	0.5	-3.1	Moderado
Aumento de deslizamientos	-N	0.8	0.8	0.1	0.5	-2.48	Irrelevante
Mejor calidad de vida	+P	1	0.8	0.1	0.6	+3.66	Moderado

Impacto: contaminación del recurso hídrico, en gran parte del trayecto la vía pasa por la orilla del cauce, teniéndose así contaminación del recurso hídrico cuando se hace el mantenimiento de las vías porque caen partículas y desechos de las maquinas utilizadas para este fin.

Clase: es negativa, ya que los pobladores aguas abajo utilizan el recurso hídrico para consumo propio y otros usos.

Presencia: es cierta, se evidencia cuando están haciendo el mantenimiento de las vías.

Evolución: es rápida, el mantenimiento de las vías se hace cada año.

Duración: es muy corta, la contaminación se da solamente el tiempo que se tarda en arreglar la vía, lo cual es de unos días.

Magnitud: es media, en el proyecto se toman acciones para mitigar éste impacto.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.5) + (3 \times 0.1)))$$

$$Ca = - 3.1$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es Moderadamente significativo o moderado.

Impacto: aumento de deslizamientos, siempre que se hace mantenimiento de las vías, se desbasta la base del talud, lo cual ocasiona inestabilidad y posteriores deslizamientos.

Clase: es negativa, los deslizamientos de tierra generan pérdida de suelo y taponamiento de las vías, lo que impide sacar los productos que se producen en la zona a otras partes de la región.

Presencia: es muy probable, se evidencia con solo transitar por la vía.

Evolución: es rápida, el mantenimiento de las vía se hace cada año.

Duración: es muy corta, el riesgo de que este impacto se lleve a cabo aumenta con la llegada de cada época de invierno.

Magnitud: es media, en el plan de manejo ambiental se plantean propuestas para minimizar este impacto.

$$Ca = - (0.8 \times ((7 \times 0.8 \times 0.5) + (3 \times 0.1)))$$

$$Ca = - 2.48$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es poco significativo o irrelevante

IMPACTO: mejor calidad de vida, el buen estado de las vías, disminuye el costo de transporte para personas y productos que se obtienen de la agricultura y ganadería.

Clase: es positiva, las vías en buen estado facilitan el tránsito de todo tipo de vehículos.

Presencia: es cierta, se evidencia los días posteriores al arreglo de la vía.

Evolución: es rápida, el mantenimiento de la vía se hace cada año.

Duración: es muy corta, las condiciones del clima hacen que la vía poco tiempo después del mantenimiento este deteriorada.

Magnitud: es media, en el plan de manejo se plantean acciones para que la vía esté en buenas condiciones la mayor parte del tiempo.

$$Ca = + (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.6) + ((3 \times 0.1))))$$

$$Ca = + 3.66$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es Moderadamente significativo o moderado.

5.4.5 Evaluación de impactos generados por acueducto que va hacia el casco urbano: para llevar agua hacia el casco urbano, se instaló un tubo de 6 pulgadas de diámetro, el cual transporta una determinada cantidad de agua, la cual ya no estará disponible para los pobladores de la zona.

La ubicación de la bocatoma es la siguiente:

Norte: 06°56,245'

Oeste: 072°45.532'

Altura: 3515 msnm

Cantidad de agua transportada por tubería:

Caudal= velocidad x área, se considera una velocidad de 3m/s

$$\text{Caudal} = 3\text{m/s} \times 0.0182 \text{ m}^2$$

$$\text{Caudal} = 0.0354 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Caudal} = 54.724 \text{ LPS}$$

Imagen 46 . Impactos generados por acueducto que va hacia el casco urbano



Tabla 69. Evaluación de impactos generados por acueducto que va hacia el casco urbano

IMPACTO	C	P	E	D	M	Ca	Impacto ambiental
Disminución de la disponibilidad de agua	-N	1	0.8	1	0.5	-5.8	Relevante
Degradación del suelo	-N	1	0.8	1	0.5	-5.8	Relevante

Impacto: **disminución de la disponibilidad de agua**, al tener menos disponibilidad de agua, a causa de la cantidad de agua transportada al casco urbano, los pobladores de la zona se pueden ver afectados especialmente en época de verano.

Clase: es negativa, la menor disponibilidad de agua, puede generar conflictos entre pobladores de la zona y pobladores del casco urbano.

Presencia: la presencia es cierta, en las visitas echas a campo se evidencia la presencia de este acueducto, y por ende el agua que transporta.

Evolución: es rápida, la acelerada deforestación, hará que cada día la disponibilidad de agua sea menor.

Duración: es muy larga, para que la Microcuenca no varíe su disponibilidad de agua, se tiene que recuperar la zona, y para esto se necesita una gran cantidad de años.

Magnitud: es media, en el proyecto se plantean alternativas para lograr que la disponibilidad de agua no se vea reducida.

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.5) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 5.8$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es muy significativo o grave.

IMPACTO: degradación del suelo, la abertura de la zanja para el enterramiento del tubo, dejó daños muy graves, entre ellos: encharcamientos y pérdida de la cobertura vegetal.

Clase: es negativa, esta degradación del recurso suelo afecta el equilibrio del ecosistema.

Presencia: es cierta, en transcurso del tubo es evidente, notándose el daño ambiental que ocasiono su paso.

Evolución: es rápida, cada vez que llueve hay pérdida de suelo, dejando en algunas partes el tubo descubierto.

Duración: es muy larga, la recuperación de este suelo conllevará mucho tiempo y acciones de mitigación eficaces.

Magnitud: es media, las acciones que se plantean en el proyecto llevarán a mitigar en gran medida este impacto

$$Ca = - (1 \times ((7 \times 0.8 \times 0.5) + (3 \times 1)))$$

$$Ca = - 5.8$$

Lo cual nos indica que el impacto ambiental es muy significativo o grave.

5.4.6 Gestión del riesgo: las amenazas naturales se determinaron cualitativamente el peso de las amenazas que afectan la Microcuenca, mostrando únicamente los tipos principales de amenazas a la que se ve expuesta y su nivel de detalle (dimensión espacial) en el grado de afectación. Se identificaron los siguientes tipos de amenazas:

Amenazas por Geodinámica externa: Incluye las amenazas en las cuales los elementos geológicos superficiales se constituyen en el detonante de los desastres naturales al interactuar de forma sutil y compleja con algunos factores climáticos, hídricos y antrópicos.

Para medir estas amenazas se valoró en grados de susceptibilidad alta, media y baja según el nivel de afectación de la vegetación y la exposición al agente detonante. Esta información se adquirió por medio de análisis de imágenes de satélite actuales y además de la información facilitada y/o suministrada por la comunidad y las visitas de campo.

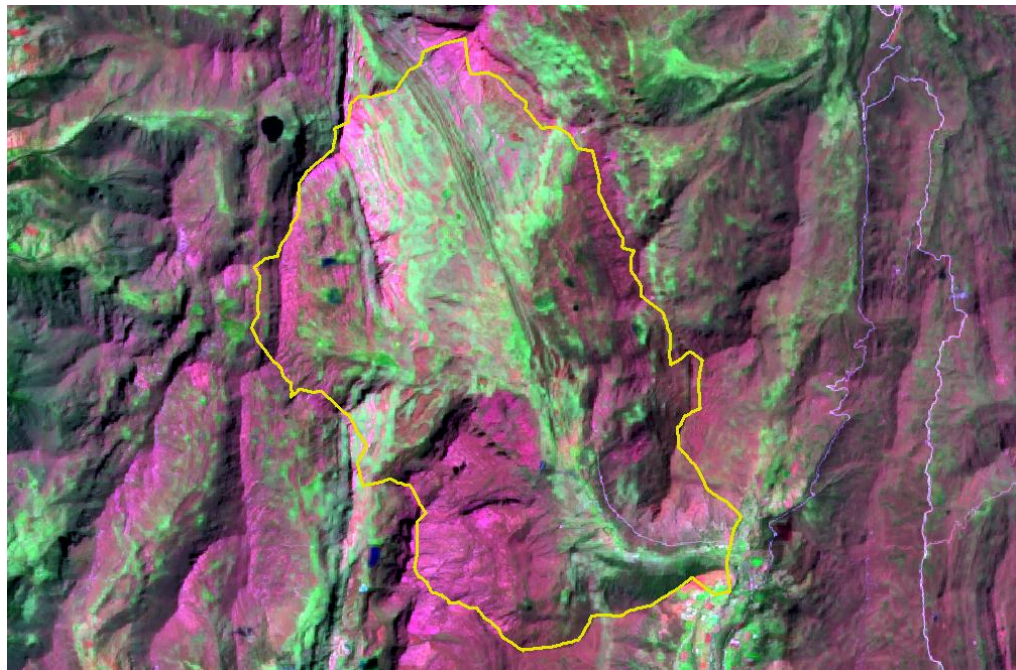
Tabla 70. Amenazas identificadas y su grado de vulnerabilidad

GEODINÁMICA EXTERNA	EROSIÓN Y CARCAVAMIENTO		GEec		
	DESlizAMIENTOS REPTACIÓN	Y	GEdr		
	CAIDA DE BLOQUES, DESPRENDIMIENTOS.		GEcd		
GRADO DE SUCEPTIBILIDAD					
ALTA	rojo	MEDIA	Naranja	BAJA	amarillo

Fuente: EOT Cerrito, 2003.

Se revisó y recopiló la Información de estudios de amenaza, susceptibilidad y riesgo existente en documentos y mapas de amenazas naturales a nivel regional y local (EOT municipio del Cerrito, 2003)²⁶ que hacen parte de la Microcuenca.

Figura 29. Imagen satelital Landsat usada para el análisis de riesgo a desastres naturales



Fuente: Imagen satelital Landsat 8 OLI

²⁶ ALCALDIA DEL CERRITO. Esquema de ordenamiento territorial municipio de Cerrito. Santander, Colombia: Planeación municipal, 2003. p. 185

La figura 29 representa una imagen satelital Landsat 8 OLI tomada el 15 de Junio de 2015, en combinación de bandas 7,5,3 las cuales incluyen el componente de análisis geológico, geomorfológico, uso y cobertura de la tierra.

5.4.7 Análisis de riesgos: constituye la erosión, carcavamiento, deslizamientos, reptación, caída de bloques y desprendimientos.

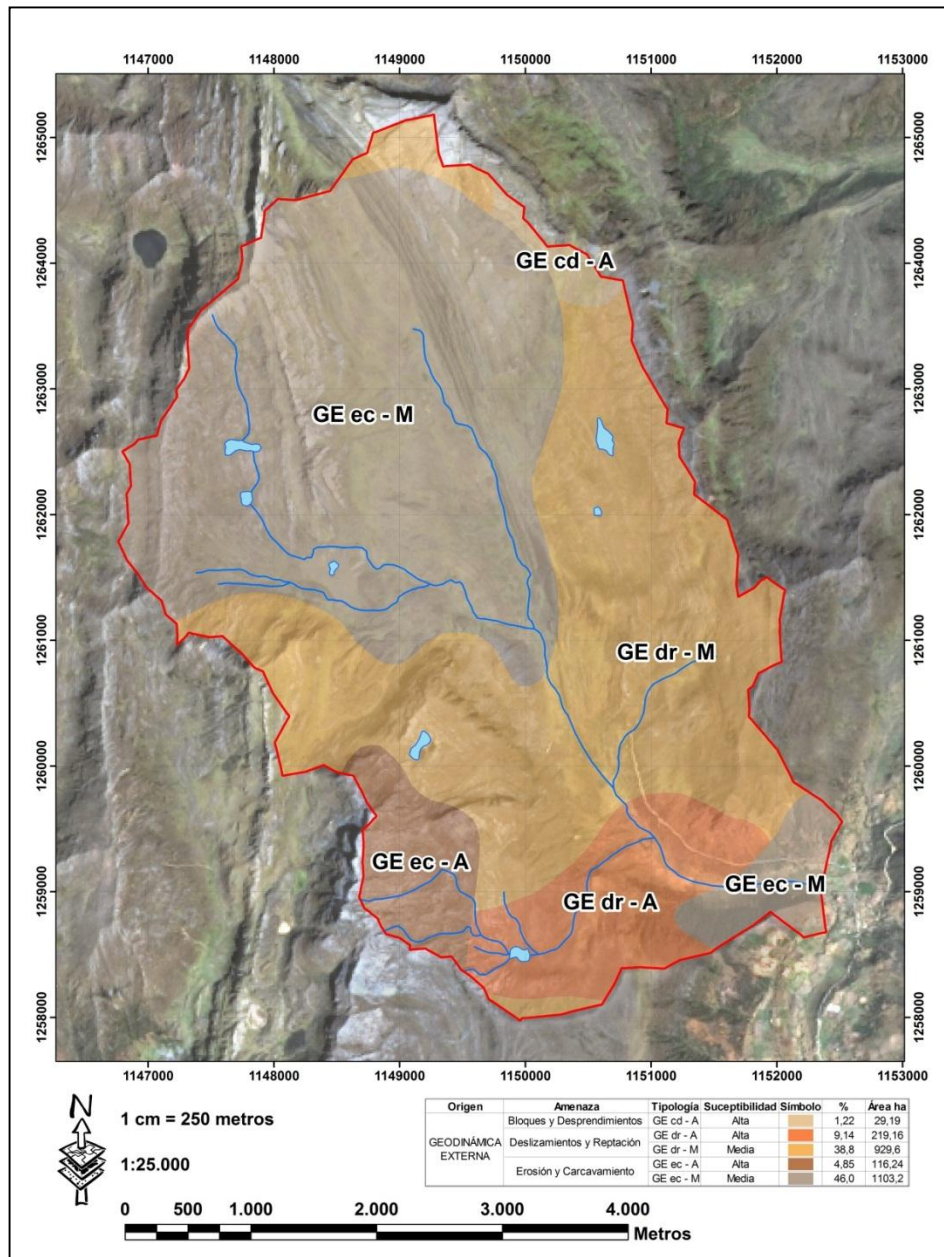
Erosión y Carcavamiento: los tipos de erosión que se manifiestan a simple vista sobre la tierra son más preocupantes pues indican un alto grado de degradación, entre las manifestaciones más claras se tiene los caminos de ganado o pequeñas cicatrices que se presentan en el terreno, las terracetas, los surcos y las cárcavas. La degradación o pérdida de horizonte superficial es una de las consecuencias de fenómeno erosivo, la erosión se convierte en amenaza cuando la tasa de recuperación del suelo es menor que la del desgaste.

Deslizamientos y Reptación: los fenómenos de remoción en masa que se desarrollan sobre pendientes inclinadas, con desgarre del suelo y desplazamiento de grandes cantidades de suelo y roca, se conocen como deslizamientos; estos fenómenos tienen su principal actor detonante en la recarga hídrica de niveles freáticos colgados que desestabilizan la ladera o en sismos. Por su parte la reptación obedece a lentos movimientos del terreno ladera abajo, generalmente por acción combinada de la gravedad, un alto nivel freático y las características propias del suelo y roca.

Caída de Bloques y Desprendimientos: corresponde a un tipo de amenaza por remoción en masa con movimientos extremadamente rápidos de la superficie del suelo y del subsuelo. Lo que en esencia ocurre es el desprendimiento de bloques y la caída por la pendiente. Esta amenaza afecta las áreas húmedas de alta pendiente cuando la vertiente se desestabiliza por movimientos naturales como los sismos o por el desmonte de la cobertura arbórea original.






A continuación se presenta la dimensión espacial y el alcance que tienen las amenazas dentro del área de estudio de la Microcuenca quebrada Angosturas.

Figura 30. Mapa de susceptibilidad amenazas a desastres naturales.



En la siguiente tabla se muestra un resumen de los tipos principales de amenazas a la que se ve expuesta y su nivel de detalle (dimensión espacial) en el grado de afectación.

Tabla 71. Resumen análisis de riesgo

Origen	Amenaza	Tipología	Susceptibilidad	Símbolo	%	Área ha
GEODINÁMICA EXTERNA	Bloques y Desprendimientos	GE cd - A	Alta		1,22	29,19
	Deslizamientos y Reptación	GE dr - A	Alta		9,14	219,16
		GE dr - M	Media		38,8	929,6
	Erosión y Carcavamiento	GE ec - A	Alta		4,85	116,24
		GE ec - M	Media		46,0	1103,2

Susceptibilidad Media por Erosión (GEec_M): corresponde a sectores de ladera de alta productividad y por ello altamente susceptible a la degradación. En algunos de estos sectores ya se muestran evidencias claras de la degradación como es la erosión caminos de granada y terracetas, el poco descanso de las tierras y el desmonte de la vegetación nativa e implementación de cultivos limpios. Es muy probable que los fenómenos actuales de erosión se manifiesten de manera generalizada en detrimento de la producción agropecuaria futura.

Susceptibilidad Alta por Erosión (GEec_A): corresponde a sectores de la ladera alta dedicados a la actividad agropecuaria pero cuya productividad por factores que son adversos como suelos superficiales con materiales susceptibles a la degradación, facilitan naturalmente el proceso erosivo. Dicho proceso se ve establecido por la siembra de praderas, el sobre pastoreo del ganado o del desarrollo de actividades de alto impacto en el ambiente. En la mayor parte de esta unidad se muestran evidencias claras de la degradación como la erosión laminar, camino de ganado y cárcavas. Son comunes estas manifestaciones en las vereda Corral Falso y Boyagá.

Caída de Bloques y Desprendimientos (GEcd_A): este tipo de amenaza se presenta en pendientes mayores del 70% en suelos conformados por areniscas, Calizas, rocas ígneas y Metamórficas. Por ende se encuentra en la vereda Boyagá.

Susceptibilidad Media por Deslizamientos y Reptación (GEdr_M): la susceptibilidad media por deslizamientos y reptación se presenta en sitios donde el suelo es inclinado presentando pendientes entre el 7 y 15% en cualquier tipo de litología. Es común en la vereda Corral Falso

Susceptibilidad Alta por Deslizamientos y Reptación (GEdr_A): este tipo de susceptibilidad se presenta principalmente en zonas donde se presenta litologías deslizables (limos y arcillas) donde se presenta alta pendiente (mayores del 15%).

5.5 FASE PROSPECTIVA

5.5.1 Escenario tendencial: la Microcuenca en general en cuanto a flora y fauna se encuentra en un estado crítico, avicinándose un conflicto por la falta de madera y leña, ya que la mayoría de la vegetación que alguna vez existió está casi extinta. En cuanto a la oferta de agua, no se tiene mayor preocupación aún, porque la parte alta de ella se encuentra libre de intervención antrópica, pero amenazada por la expansión de la frontera agropecuaria.

Si no hacemos nada por la conservación de la Microcuenca, la comunidad seguirá expandiendo su frontera ya sea agrícola, pecuaria o para la obtención de madera y leña, poniendo en peligro la oferta hídrica, perjudicando de manera directa las comunidades de los municipios de Cerrito, Concepción, Málaga, San José de Miranda y Enciso, ya que todos ellos se benefician del caudal aportado por el río Servitá, siendo la Microcuenca quebrada Angosturas su principal afluente.

5.5.2 Escenario deseado: lo que se quiere con la formulación del plan de manejo ambiental es plantear una restauración del entorno (factores bióticos, abióticos y socioeconómicos), reforestando la rivera de la Microcuenca, la cual no cuenta en ningún trayecto con bosque ripario, haciéndola muy susceptible a la erosión y por ende perdida de suelo; reforestando zonas estratégicas y afloramientos de agua que se encuentran en algunas fincas, para que en un futuro se tenga disponibilidad de estos recursos; generando otras fuentes energéticas que no dependan o dependan en poco porcentaje de la madera y leña, implementar alternativas diferentes para la obtención de recursos monetarios y en general todas las alternativas mencionadas en el plan de manejo ambiental que nos llevarán a la restauración del medio ambiente y mejora de la calidad de vida de la comunidad.

El municipio contará con predios de su propiedad los cuales se destinarán a la conservación y restauración del ecosistema y permanecerán libres de cualquier intervención antrópica.

5.5.3 Escenario apuesta: se busca una presencia y gestión interinstitucional, la cual conlleve a que la administración municipal y la autoridad ambiental CAS intervengan y se apropien de la real situación en que se encuentra la zona.

Se debe lograr la adquisición de la mayor cantidad de predios posibles, principalmente en la zona de rivera, para que se garantice su restauración.

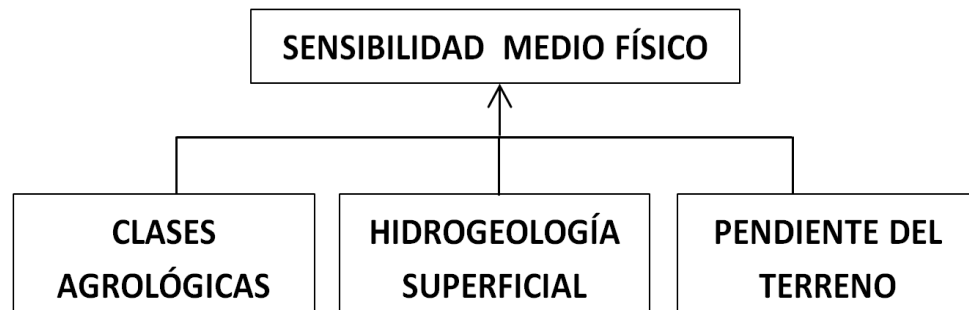
Cambiar la vocación de los suelos, llevándoles a los pobladores otras formas de producción agropecuaria, las cuales no representen afectación a los recursos naturales y generen ganancias económicas más rentables para mejorar la calidad de vida.

Capacitación y concientización ambiental con asistencia técnica permanente para que los procesos productivos y cualquier interacción que se tenga con el medio ambiente se hagan de manera adecuada y sostenible.

5.6 ZONIFICACIÓN DE LA SENSIBILIDAD AMBIENTAL

5.6.1 Zonificación del medio físico: aunque existen múltiples variables para determinar la sensibilidad ambiental desde el punto de vista físico, en esta metodología se buscó integrar espacialmente tres (3) variables consideradas de mayor importancia, las cuales son las siguientes: clases agrológicas del suelo , grado de pendiente del terreno e hidrogeología.

Figura 31. Variables para la zonificación ambiental del medio abiótico



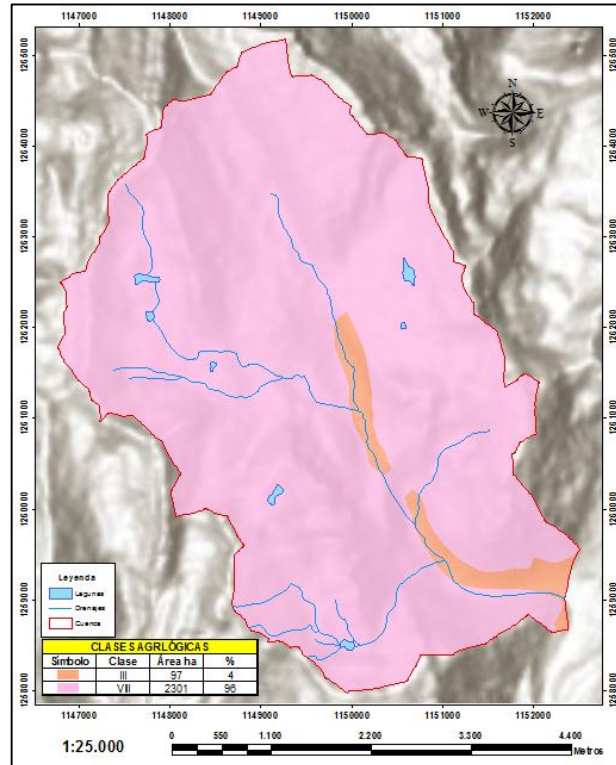
Fuente: Ecopetrol, 2012

Clases agrológicas del suelo: las clases agrológicas según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi se agrupan en ocho categorías que se designan con números romanos de I a VIII.

Para la Microcuenca en estudio se presentan dos catalogarais agrológicas del suelo, la clase III que corresponde a suelos aptos para algunos cultivos de la región, superficiales a moderadamente profundos; necesitan prácticas de conservación y aplicación de fertilizantes y la clase VIII correspondiente a suelos

Inprovechables, zonas escarpadas, caracterizadas por presentar afloramientos rocosos y de roca superficial, agrícolamente son zonas prácticamente imposible de cultivar.

Figura 32. Mapa de clases agrológicas



En la tabla 72 se valora la variable de clase agrológica y se asigna la puntuación de acuerdo a su importancia ambiental.

Tabla 72. Puntuación de clases agrológicas

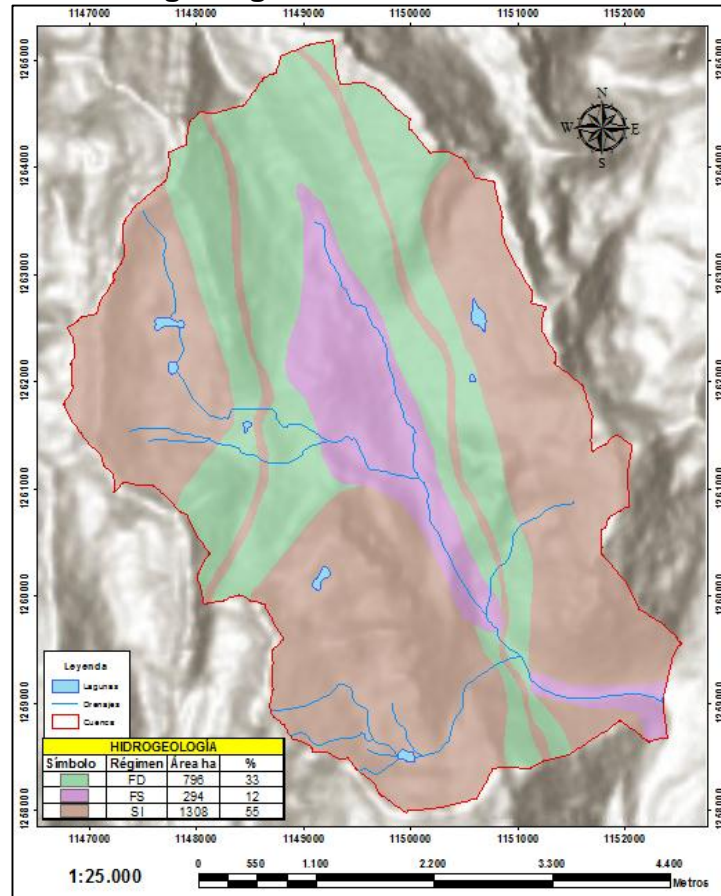
CLASE AGROLÓGICA	PUNTUACIÓN
III	7
VIII	5

Fuente: IGAC

Se calificó de 7 a 5 siendo 7 la mayor puntuación o de mayor potencial agrológico teniendo en cuenta que la clase VIII corresponde a un ecosistema estratégico de paramo el cual tiene una importancia ambiental se le asignó un valor de 5.

Hidrogeología: es un factor importante y está dada por la conjugación de aspectos geológicos y geomorfológicos de la zona en estudio, de acuerdo al régimen de circulación y las diferentes relaciones que existen teniendo en cuenta la circulación de las aguas, para la Microcuenca quebrada Angosturas se presentan dos subclases para el régimen freático y una para el régimen hidrogeológico superficial las cuales están representadas por las iniciales FD Freático Diaclásico o aguas que circulan por el interior de las calizas o rocas carbonatadas, circulación que se facilita por la ampliación de las diaclasas y formaciones de cavernas, FS Freático Superficial aguas de circulación no profunda, a través de terrazas, conos y amplios depósitos aluviales y SI Superficial hace relación con la escorrentía superficial Intensa que presentan en rocas muy impermeables (arcillolitas, limolitas, rocas metamórficas de bajo grado), en donde hay pendientes muy fuertes.

Figura 33. Mapa de Hidrogeología



En la tabla 73 se valora la variable de hidrogeología superficial y se asigna la puntuación de acuerdo a su importancia ambiental.

Tabla 73. Puntuación de Hidrogeología superficial

RÉGIMEN	PUNTUACIÓN
FD	7
FS	5
SI	3

Fuente: Ecopetrol, 2012

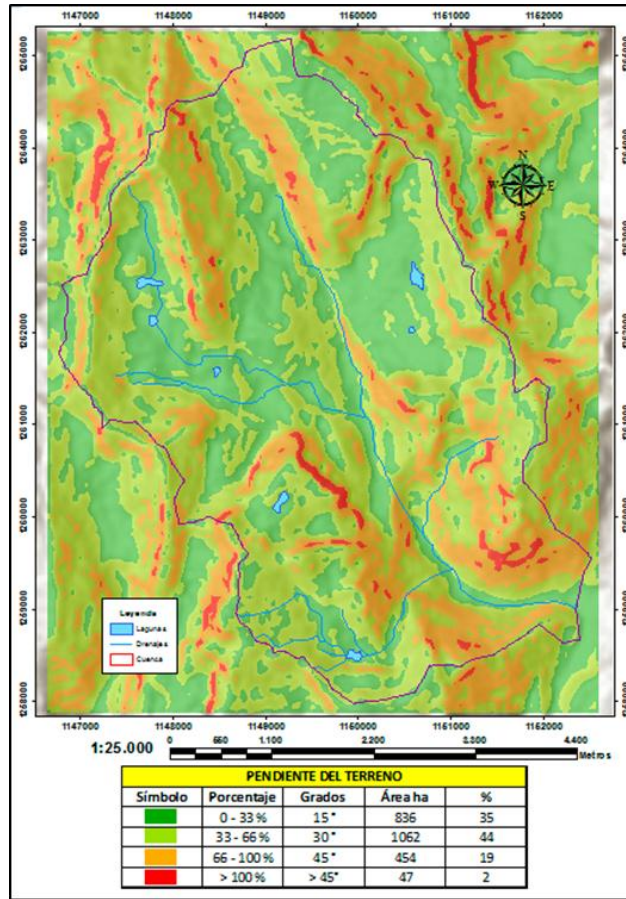
Se evaluó de acuerdo a zona de mayor interés hidrogeológico FD debido a que son zonas permeables de recarga hídrica, zona de moderado interés

hidrogeológico FS las cuales almacenan y transmiten el agua con mucha facilidad, por presentar una porosidad y permeabilidad muy buena y zona de bajo Interés hidrogeológico SI o áreas de escorrentía con capas impermeables.

Pendiente del terreno: para el grado de pendiente del terreno se han considerado cuatro (4) categorías o rangos de pendiente, los cuales serán clasificados de la siguiente manera:

- Muy Alta (5): corresponde a aquellos terrenos con pendiente superior a los 45°: (>100%)
- Alta (3): corresponde a terrenos cuya pendiente oscila entre los 30° - 45°: (66%-100%)
- Moderada (1): corresponde a terrenos cuya pendiente oscila entre los 15° - 30°: (33%-66%)
- Baja y muy baja (0): corresponde a terrenos cuya pendiente es menor a los 15°: (0%-33%)

Figura 34. Mapa de Pendiente del terreno



Se integran las variables consideradas de la zona, a continuación se determinan los rangos de valoración que determinan los niveles de sensibilidad, a partir de los cuales se generó la sensibilidad física del área de influencia directa de las Microcuenca quebrada Angosturas.

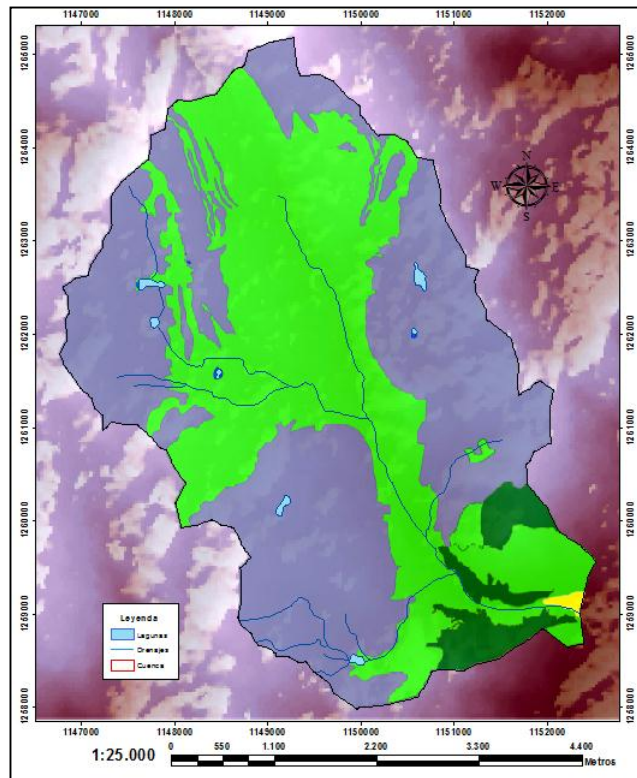
Tabla 74. Niveles de sensibilidad física.

RANGO	SENSIBILIDAD
0 – 6	MUY BAJA
7 – 13	BAJA
14 – 20	MODERADA
21 - 27	ALTA
28 - 33	MUY ALTA

Fuente: Ecopetrol, 20012

5.6.2 Zonificación del medio biótico: la zonificación biótica se obtuvo de las características de los ecosistemas de una zona determinada, derivando los aspectos más relevantes de estos, la base para la elaboración del mapa de zonificación biótica es el mapa de uso actual del suelo y cobertura vegetal.






Imagen 47. Mapa de Cobertura y uso del suelo



La figura 47, muestra que en la zona en estudio el mayor porcentaje de la Microcuenca son afloramiento rocoso y pastos limpios lo que representa zonas de recarga hídrica y paramos con intervención antrópica, lo que representa áreas de un alto grado de importancia ambiental y social.

En la siguiente tabla 75 se presentan las variables y ponderación del medio biótico teniendo en cuenta los valores establecidos en la guía metodológica de Ecopetrol, 2012.

Tabla 75. Valores de sensibilidad para el medio biótico

COBERTURA VEGETAL					
Símbolo	Cobertura	Área ha	%	Nivel	Puntuación
	Afloramiento Rocoso	1205	50,3	Muy Baja	3
	Pastos Limpios	1082	45,1	Muy Baja	6
	Cultivos Limpios	5	0,22	Moderada	15
	Arbustal Denso de Tierra Firme	103	4,31	Moderada	18
	Lagunas	2	0,08	Muy Alta	27

A partir de la calificación de la sensibilidad e importancia de las coberturas vegetales utilizadas para la zonificación ambiental, se realizó la asignación de los niveles de sensibilidad a cada una de ellas.

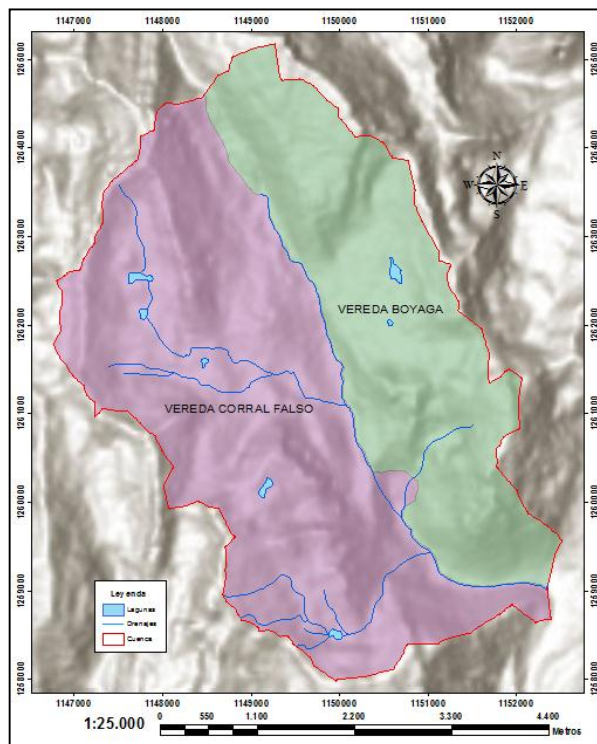
Tabla 76. Valores de sensibilidad e importancia para la zonificación del medio biótico

RANGO	SENSIBILIDAD
0 – 6	MUY BAJA
7 – 13	BAJA
14 – 20	MODERADA
21 - 27	ALTA
28 - 33	MUY ALTA

Fuente: Ecopetrol, 20012

5.6.3 Zonificación del medio socio-económico: la zonificación socioeconómica del área de la Microcuenca quebrada Angosturas representa la importancia social que manifiesta cada sector, utilizando como base de análisis la división veredal, la cual se calificó de acuerdo a la guía metodológica para la zonificación con el fin de representar y sectorizar los grados de sensibilidad o importancia socioeconómica.

Figura 35 . Zonificación socioeconómica



A continuación se relaciona la variable y la calificación correspondiente de la sensibilidad e importancia de acuerdo con las unidades descritas (veredas) y se exprese como resultado la identificación y ubicación las características considerados por el modelo de zonificación socioeconómico de acuerdo a la división político-administrativa a nivel regional que exhibe los asentamientos humanos y la presión hacia el recurso hídrico y hacia los ecosistemas de paramo.

Tabla 77. Valores de sensibilidad para el medio socioeconómico

DIVISIÓN VEREDAL				
Símbolo	NOMBRE	Área ha	%	Puntuación
	VEREDA CORRAL FALSO	1462	61	7
	VEREDA BOYAGA	935	39	5

Tal como se ha descrito, es de anotar que la vereda Corral Falso del municipio del cerrito, es quien mayor unidad territorial tiene dentro de área de influencia de la microcuenca. Debido a la inexistencia de límites sectoriales definidos por planeación municipal no se tuvo cuenta la tenencia de la tierra para cada sector, cabe añadir que para la zona en estudio la distribución de la tierra es el minifundio.

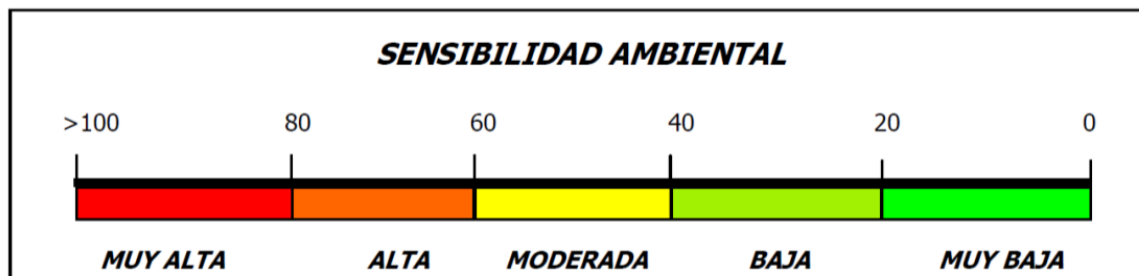
Tabla 78. Niveles de sensibilidad Socioeconómica

RANGO	SENSIBILIDAD
1	MUY BAJA
3	BAJA
5	MODERADA
7	ALTA

Fuente: Adaptado de Ecopetrol, 2012.

Teniendo en cuenta las variables Física, Biótica y Socioeconómica se encontrarán enmarcadas dentro de los rangos de 10 a 100 puntos, los cuales definirán la sensibilidad básica de las áreas comprendidas dentro de la zona de estudio en las categorías que se establecen de muy baja a muy alta.

Figura 36. Sensibilidad ambiental



Fuente: Ecopetrol, 2012

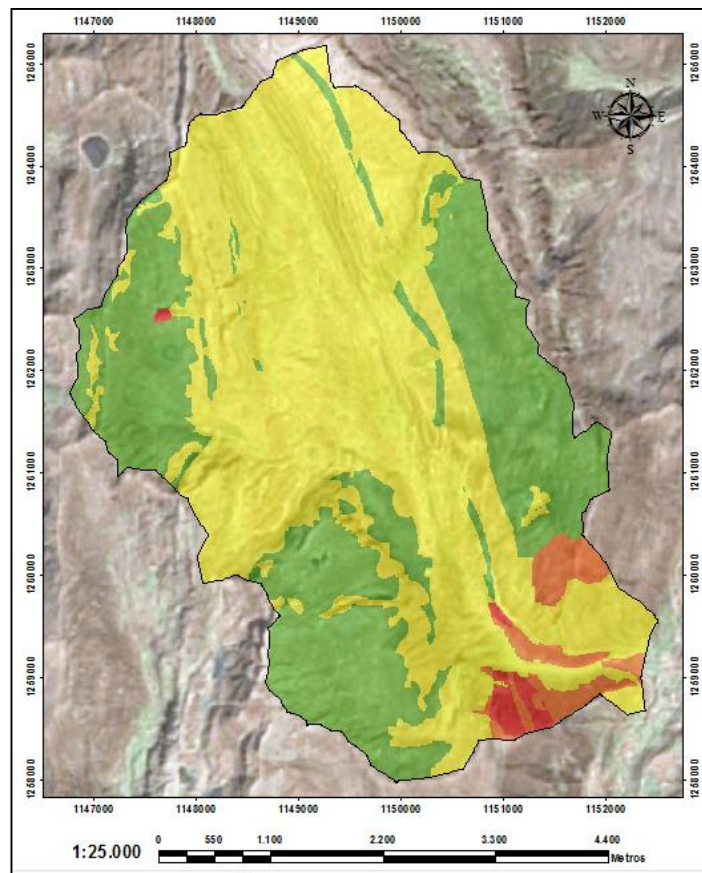
A continuación se presentan los resultados de la zonificación de la sensibilidad ambiental para la Microcuenca quebrada Angosturas (figura 36).

Tabla 79. Zonificación ambiental Microcuenca quebrada Angosturas

ZONIFICACIÓN AMBIENTAL			
Símbolo	Sensibilidad Ambiental	Área ha	%
	Baja	842,62	35,15
	Moderada	1444,33	60,25
	Alta	84,7	3,533
	Muy Alta	25,51	1,064

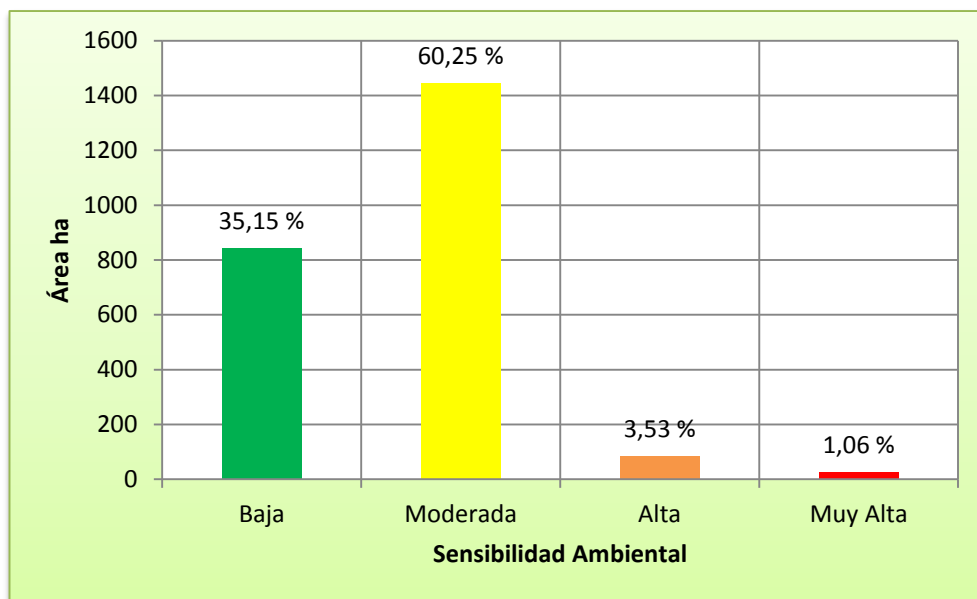
El Mapa de zonificación para el manejo ambiental se obtuvo de acuerdo al grado de Sensibilidad ambiental, a continuación se presentan especialmente la zonificación ambiental de las áreas de interés de manejo ambiental para la Microcuenca quebrada Angosturas

Figura 37. Mapa Zonificación de la sensibilidad ambiental Microcuenca quebrada Angosturas



En el grafico 35 se presenta la sensibilidad ambiental encontrada en la Microcuenca quebrada Angosturas.

Grafica 35. Resumen de la sensibilidad ambiental Microcuenca quebrada Angosturas



En el grafico 35 se presenta un resumen de la zonificación de la sensibilidad ambiental, que incluye la representatividad en extensión de cada una de las categorías de sensibilidad ambiental resultantes para la zonificación ambiental.

Áreas de sensibilidad baja: son el 35.15 % del área de la Microcuenca y representan zonas de afloramiento rocoso, poca cobertura vegetal donde se presenta escorrentía superficial y no mayor aporte a al nivel freático de la cuenca, estas zonas no ofrecen alternativas para el desarrollo de actividades productivas por tanto deben ser aprovechadas por su potencial para eco turístico.

Áreas de sensibilidad moderada: corresponde al 60.25 % del área de la Microcuenca, tiene sensibilidad ambiental debido a que en su mayoría representan pastos limpios y pequeños afloramientos rocosos donde existen actividades como

la ganadería ovina, principalmente son áreas transformadas por la acción antrópica que ciertamente tiene importancia ambiental y económica.

Áreas de sensibilidad alta: representan el 3.53 % del área de la Microcuenca, hacen parte de relictos de vegetación nativa, especies de paramo y algunas áreas de cultivo importantes para la subsistencia de sus habitantes, tiene alta sensibilidad ambiental ya que son sitios frágiles y susceptibles a la transformación por la mano del hombre las cuales son de importancia para la regulación hídrica, desde el punto de vista ambiental y económico de las comunidades.

Áreas de sensibilidad muy alta: tan solo representan el 1.06 % del área total de la Microcuenca pues se refieren a áreas de lagunas y cuerpos de agua, ecosistemas estratégicos indispensables para el aporte al sistema de cuenca y conservación de la biodiversidad. También son importantes desde el punto de vista eco turístico como alternativa de manejo ambiental.

5.6.4 Capacitación a la comunidad que hace parte de la zona de influencia de la Microcuenca quebrada Angosturas: la comunidad presente en la zona, especialmente los adultos, no tienen cultura de protección del entorno, ya que aún cuentan con recursos naturales, pero obtienen del ecosistema mucho mas de lo que éste es capaz de brindar para que el ambiente sea sostenible. La educación ambiental es una de las principales herramientas a la hora de tratar asuntos como la conservación del medio ambiente.

Para hacer estas capacitaciones, primero se hizo todo el trabajo de campo, para mostrarle a la comunidad datos sustentados en análisis previos del estado actual de la Microcuenca.

Metodología: se utilizó una metodología de investigación-acción participativa. Éste método combina dos procesos, el de conocer y el de actuar implicando en ambos a la población. Ésta metodología proporciona a la comunidad un método

para analizar y comprender mejor la realidad del entorno, problemas, necesidades, y permite planificar acciones y medidas para transformar y mejorar ésta realidad. También posibilita el aprendizaje, la toma de conciencia crítica de la población sobre su realidad, y su acción transformadora.

Objetivos de las capacitaciones

Mostrar la situación y problemática actual de la Microcuenca río Angosturas.

Proponer posibles alternativas para la mejora y restauración del entorno de la Microcuenca y llegar a acuerdos con propuestas que haga la comunidad.

Generar en la comunidad conciencia conservacionista y mostrar cómo interactúan ellos con la Microcuenca.

Orientar sobre acciones a tomar en caso de que se esté en riesgo o suceda algún desastre natural

Capacitación con niños: las capacitaciones con los niños fueron más didáctica, se utilizaron herramientas como historia de los recursos, y videos para mostrarles como era el entorno antes, como es ahora, y como será si no se hace nada para conservarlo.

Se manejaron temas como la importancia de los páramos, recursos bióticos y abióticos, contaminación, y se logró crear una visión diferente del medio ambiente quedando convencidos que su tarea es protegerlo. En cuanto a la prevención de riesgos, se acordó que en caso de alguna eventualidad el punto de encuentro será la escuela del Mortiño.

Imagen 48. Capacitaciones con niños



Capacitación con adultos: con los adultos se utilizaron herramientas como reuniones grupales, historia de los recursos, y videos comunitarios, para hacerles ver cómo era el entorno antes, como es ahora, y como será si no se hace nada para conservarlo. Algunos de ellos, los de más edad manifestaron que en décadas atrás había mucha más vegetación, mas fauna, pero también manifestaban que de algo tenía que vivir, que tenían que sembrar, que tenían que cocinar.

También se desarrollaron actividades didácticas y concursos con incentivos (premios) que hicieran más atractivas las capacitaciones y así captar la total atención de la población para que hubiera total confianza y se tuviera gran participación.

Imagen 49. Capacitaciones con adultos



Las capacitaciones con los adultos tuvieron al principio un grado de dificultad y rechazo, pero cuando se fue avanzando y mostrando la situación actual de la Microcuenca, la comunidad se empezó a dar cuenta que se estaba fallando en muchos aspectos, y conjuntamente entre autores del proyecto y comunidad se empezaron a plantear soluciones las cuales están plasmadas en el documento final del plan de manejo ambiental de la Microcuenca quebrada Angosturas. Se orientó sobre las acciones a tomar en caso de que se esté en riesgo o suceda algún desastre natural, y se acordó que el punto de encuentro en caso de suceder esto será la escuela del Mortiño.

Uno de los principales objetivos de las capacitaciones, fue dar el enfoque final de la fase de formulación de acuerdo a los resultados obtenidos en las fases de diagnóstico y aprestamiento, llegando a acuerdos concertados con la comunidad sobre los programas y proyectos a implementar. Al terminar éste proceso de

capacitaciones, la comunidad asistente quedo totalmente comprometida en cuidar su entorno.

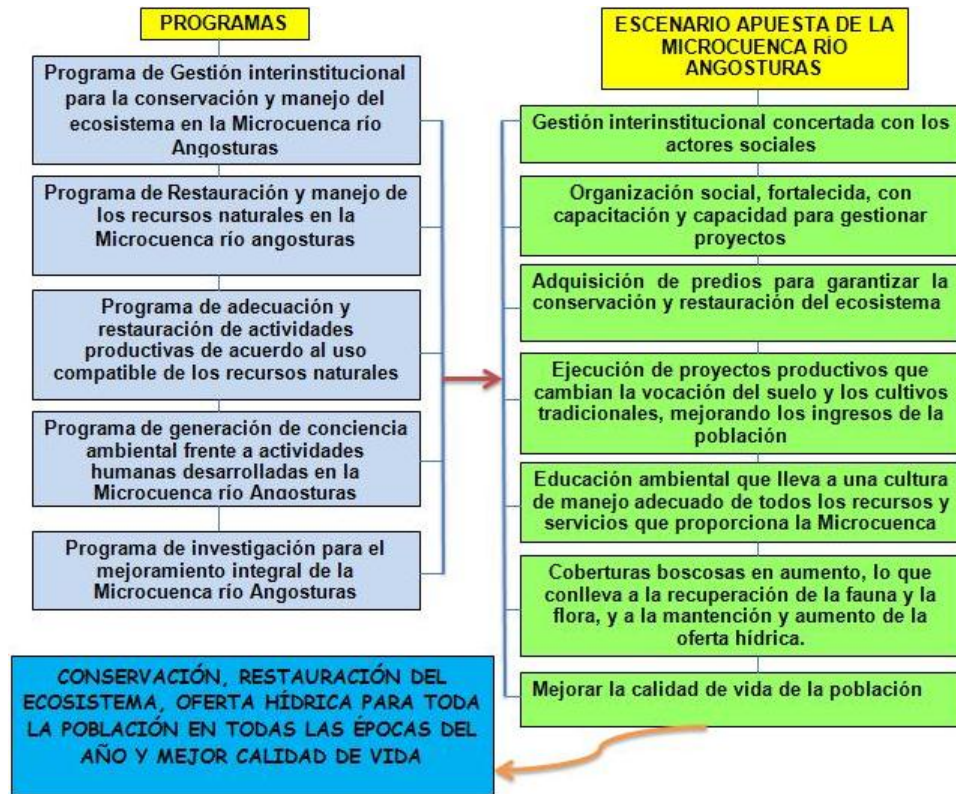
5.7 FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

La formulación del plan de manejo ambiental de la Microcuenca quebrada Angosturas, se hace basado en el análisis de los factores biótico, abiótico y socioeconómico, combinándolos con los resultados obtenidos en la evaluación de impactos ambientales, valores de sensibilidad ambiental, la matriz DOFA y los proyectos recomendados por la CAS para el ecosistema del páramo del Almorzadero, para así priorizar las acciones que se tomarán en miras de la mejora del ecosistema y de la calidad de vida de los pobladores.

Tabla 80. Identificación de problemas en la Microcuenca quebrada Angosturas

Componente	Factor	Problemas
Biótico	Flora	Perdida de la cobertura vegetal debido a la expansión de la frontera agropecuaria y extracción de madera y leña.
	Fauna	Desplazamiento y extinción de la fauna silvestre, debido a la pérdida de su hábitat por intervención antrópica.
Abiótico	Agua	Disminución considerable del caudal en época de verano y gran aumento en época de invierno debido a que por la ausencia de cobertura vegetal, el suelo pierde la capacidad de retención de agua.
	Suelo	Perdida de las propiedades del suelo por sobreexplotación, presencia de erosión y deslizamientos por pérdida de la capa vegetal.
Socioeconómico	Nivel educativo	Bajos niveles de escolaridad
	Salud	No existe un centro de salud cercano
	Servicios de vivienda	Altos niveles de viviendas con infraestructura inadecuada
	Vías	Mal estado de las vías
	Tratamiento de residuos	Disposición final inadecuada de residuos sólidos y líquidos
	Tenencia de la tierra	La mayoría de los predios son minifundios
	Ingresos	Ingresos económicos insuficientes para tener una buena calidad de vida
	Institucional	Ausencia de instituciones de orden ambiental
	Educación ambiental	No hay una cultura conservacionista, al contrario es derrochadora
	Producción	Gran utilización de productos químicos a lo largo de la cosecha agrícola.

Figura 38. Escenario apuesta



Presentación: los recursos naturales de la Microcuenca quebrada Angosturas, como lo son: suelo, agua, fauna y flora, son los principales elementos para el desarrollo económico del municipio de Cerrito al ser esta Microcuenca el principal afluente del río Servitá, ya que a partir de estos se generan la mayoría de los productos agrícolas y ganaderos que se comercializan en los mercados locales y regionales.

En el sentido de la economía del municipio de Cerrito y de la región, se hace importante regular, planificar y controlar el desarrollo de las actividades productivas agropecuarias y las actividades extractivas, que se implementan en la Microcuenca, garantizando las condiciones de sobrevivencia de los pobladores, generando alternativas que suplanten el uso intensivo del suelo en producción de

cebolla, ajo, papa y ganadería, con miras a conservar el agua, la flora y los ecosistemas paramunos.

De acuerdo a las fuentes primarias y secundarias para la recolección de información, y siguiendo los lineamientos planteados por el MADS, la formulación del plan de manejo ambiental se hace como respuesta a las problemáticas encontradas en la Microcuenca, planteando las mejores soluciones previamente concertadas y aprobadas por la comunidad residente en la zona de estudio.

Se propone un diseño de evaluación y seguimiento que garantice la implementación y ajuste en el corto, mediano y largo plazo en los términos recomendados por el **decreto 1640 de 2012** para su ejecución, abordando temas como planificación de las actividades a realizar dentro del ámbito legal, social, político cultural, ambiental y económico. La propuesta general del plan es generar una política de conservación, restauración, protección, y uso sostenible.

La metodología se desarrolló de acuerdo a las características del área de estudio, integrando conjuntamente los componentes biótico, abiótico, socioeconómico, cultura, gestión del riesgo, teniendo especial énfasis en mantener y proteger el recurso hídrico.

Según la caracterización del estado actual del área, los enfoques de la prospectiva y zonificación ambiental, problemáticas encontradas y por supuesto una continua interacción con la comunidad, se desglosaron una serie de proyectos, los cuales ayudaran a la conservación y recuperación del ecosistema.

Misión: implementar una gestión tanto institucional (pública y privada) como comunitaria, buscando la conservación y recuperación del ecosistema, pero también mejorando la calidad de vida de los pobladores, aprovechando los recursos que nos brinda el ecosistema pero de manera sostenible.

OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar un plan para el uso adecuado del ecosistema de la Microcuenca quebrada Angosturas, por medio de acciones que conduzcan a la conservación, restauración y uso sostenible de los recursos.

Objetivos específicos

Formular acciones para la restauración, conservación y protección de los recursos bióticos y abióticos.

Generar conciencia y educación ambiental en todos los actores que interactúan con el área de influencia, en cuanto a los usos adecuados de los recursos.

5.7.1 Proyectos: de acuerdo a las especificaciones de zonificación recomendadas para la parte alta de la parte media del POMCA del río Chicamocha, y por la CAS, se plantean 5 proyectos para la conservación, restauración del ecosistema y mejora de la calidad de vida de la población.

• Proyecto 1: conservación y manejo sostenible del ecosistema.

Tipo de acción: gestión interinstitucional para la conservación y manejo del ecosistema; Compensación con pagos por servicios ambientales; Adquisición de predios para fines de protección y conservación; Aplicación de la Reglamentación de uso de corrientes hídricas para su protección

Localización: parte alta de la Microcuenca

Beneficiarios: propietarios de los predios ubicados en zonas estratégicas para la conservación y protección, y comunidad que se beneficia de la oferta hídrica suministrada por la Microcuenca

Objetivos

Diseñar e implementar un sistema de compensación de pagos por servicios ambientales, con el propósito que mantengan y conserven la cobertura vegetativa existente en sus predios y no realicen actividades productivas que generen impacto a los recursos naturales.

Estimular la cultura de la no intervención, mediante incentivos de tipo fiscal o económico, para quienes por alguna razón no quieren vender sus terrenos o simplemente quieren conservar zonas estratégicas.

Sensibilizar a propietarios sobre la prioridad en mantener la cobertura vegetal y a cambio compensarle con un apoyo económico.

Implementar una figura legal similar al del proyecto “Familias guardabosques”, para este caso podría denominarse “Familias Guarda paramos”.

Generar y aplicar un modelo de adquisición de predios a propietarios para que el Estado en cualquiera de sus niveles, ya siendo titular, administre sin impacto ambiental esos predios según lo establecido en la zonificación, de acuerdo a la normatividad (ley 99/93), a las condiciones socioeconómicas de los residentes y las condiciones físicas de los mismos.

Mitigar el deterioro del recurso hídrico.

Compra de predios en el nacimiento de la Microcuenca. Esta área debe quedar en manos de autoridades o entes de carácter ambiental, con el fin de que no se realice en ella actividades diferentes a la conservación por parte de quienes puedan tener terrenos en esta zona.

Opcionalmente compra de predios en zonas susceptibles a fenómenos de remoción en masa: Debido al riesgo que representa para la comunidad, se hace necesario la adquisición de aquellas zonas con amenazas de remoción en masa y las que se encuentren en la zona de influencia.

Contribuir a la permanencia del caudal ecológico necesario para el adecuado desarrollo de los procesos biológicos propios del ecosistema, dando el uso más eficiente posible al recurso hídrico.

Aplicar la Normatividad e implementar sistemas de control en el uso del recurso hídrico.

Alcances: Propietarios de predios recibiendo compensación por la conservación. Valores naturales del área conservada en el mediano plazo. Garantizar el reemplazo de actividades generadoras de impactos ambientales por actividades de convivencia de pobladores con un ecosistema sin afectación ambiental. Adquisición por parte del estado de áreas para reforestación. El ecosistema estará conservado en forma garantizada y permanente. Concesión de áreas para ejercer actividades ambientalmente viables. Eliminación de actividades agropecuarias que impactan los recursos naturales. Concertación sobre valores de negociación: municipio – Propietarios, acorde a la ley. Controlar en forma eficiente el uso del agua.

Metodología: en Colombia, según la **ley para la conservación y recuperación de las cuencas**, los departamentos y municipios deben asignar por lo menos el 1% de sus ingresos para la adquisición de predios o el pago del PSA, **el decreto 0953 de 2013** señala que las autoridades ambientales, previamente, deberán identificar, delimitar y priorizar las áreas de importancia estratégica y luego monitorear su conservación.

La adquisición de predios en áreas prioritarias esto es principalmente en el nacimiento y rivera de la Microcuenca para la conservación y restauración, debe hacerse de manera conjunta entre la autoridad institucional y la comunidad, generando un modelo en el cual las personas que vendan sus predios, se les garantice un buen pago y otro medio de producción. Se plantea la adquisición de 35.5 hectáreas en la zona de rivera, y 4 pagos por servicios ambientales en la

parte alta de la Microcuenca. La declaratoria de estas áreas y pagos por servicios ambientales se hará a través de un acuerdo firmado por el concejo municipal del Cerrito.

Limitaciones: dueños de predios de importancia estratégica no dispuestos a vender ni a recibir pagos por servicios ambientales, y bajo presupuesto económico por parte de la administración municipal.

Tiempo de ejecución: se estima llevar a cabo este proyecto en el corto plazo, esto es en un periodo de 12 meses.

En los primeros tres meses generar un modelo para plantear como serian los pagos y socializarlo, en el cual la comunidad quede satisfecha con los términos planteados. En los siguientes 9 meses se realizara un convenio con los campesinos dueños de áreas prioritarias, y se realizaran todos los trámites legales.

Coordinación: la autoridad ambiental CAS, administración municipal, con ayuda de las instituciones educativas que se benefician de los servicios prestados por la Microcuenca.

Indicadores de éxito: aumento de la oferta hídrica. Conservación de áreas de importancia estratégica. Aceptación de los dueños de predios con importancia estratégica

Fuentes de financiación: Gobernación de Santander, municipio del Cerrito y la CAS

Normatividad: *Decreto 0953 de 2013*, Decreto ley 2811 de 1974, Ley 99 de 1993

Recursos necesarios

Tabla 81. Recursos necesarios para ejecutar el proyecto 1

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO EN PESOS COLOMBIANOS	VALOR TOTAL EN PESOS COLOMBIANOS
Compra de predios	Ha	35.5	3'000.000	106'500.000
4 Pagos por servicios ambientales	mes	48	90.000	17'280.000
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Profesional en ciencias sociales y ambientales	Mes	3	1'800.000	5'400.000
Economista o administrador financiero	Mes	3	1'800.000	5'400.000
Ingeniero catastral		3	1'800.000	5'400.000
NO CALIFICADA				
Asistente conocedor de la zona	Mes	3	700.000	2'100.000
INSUMOS Y EQUIPOS				
Papelería		Global		1'500.000
Cartografía		Global		6'000.000
Instrumentos de campo		Global		2'000.000
Instrumentos de oficina		Global		3'000.000
TRANSPORTE		Global		5'000.000
SUBTOTAL				159'580.000
IMPREVISTOS (10%)				15'958.000
COSTO TOTAL				175'538.000

• Proyecto 2. Restauración y manejo de los recursos naturales

Tipo de acción:

Establecimiento de un vivero comunitario que provea material vegetal

Restauración ecológica de zonas degradadas

Proteger áreas estratégicas con mínima o nula intervención antrópica

Propiciar incentivos al desplazamiento poblacional a zonas por debajo de los 3200 m.s.n.m

Localización:

Pate alta de la Microcuenca

Bosque ripario de la parte media y baja de la Microcuenca, desde los 3400 hasta los 3800 m.s.n.m.

Zonas degradadas que fueron utilizadas para cultivos intensivos principalmente de papa y ahora son destinadas para pastoreo o terrenos baldíos

Beneficiarios: propietarios de predios en zonas destinadas para la restauración y zonas estratégicas, comunidad en general que se beneficiada de la oferta hídrica suministrada por la Microcuenca

Objetivos

Vivero comunitario: Esta propuesta tiene como fin proveer material para los procesos de restauración ecológica o la implementación de procesos de reforestación en la zona. Tiene como fin vincular principalmente a los establecimientos educativos y comunidad en general, para implementar un sistema sencillo de vivero, que provean material vegetal, para la recuperación del ecosistema.

Restauración Ecológica de zonas degradadas: Esta propuesta surge con el fin de acelerar los procesos de restauración natural, mediante la implementación de medidas factibles para favorecer la regeneración.

Reforestar la zona de bosque ripario en la parte media y baja de la Microcuenca.

Establecer cercas protectoras en las zonas a proteger, y en las zonas las cuales serán objeto de reforestación.

Mejorar la vegetación y fauna propias de la zona, como consecuencia de menores asentamientos poblacionales y reubicación progresiva de las familias como una solución definitiva a aliviar la presión sobre esta área, se plantea la alternativa de reubicar gradualmente las viviendas que se encuentran principalmente en las partes más altas, previo a un acuerdo y medidas de compensación a las familias que tengan que ser involucradas, garantizándoles una fuente de ingreso igual o mejor que lo obtenido en las actividades de producción.

Alcances: con el vivero comunitario se tendrá material todo el tiempo y propiciara restaurar zonas degradadas; Restablecimiento de vegetación en zonas las cuales están desprovistas de ella a causa de la intervención antrópica. Subsidios para adquisición de tierras en las zonas de influencia: Como una forma de estimular el abandono definitivo de las actividades agrícolas y ganaderas. Los subsidios de tierras para procesos productivos debajo de los 3200 m.s.n.m, permitiría a las familias continuar con sus actividades económicas tradicionales, pero ajustadas a procesos de uso y manejo sostenible.

Metodología: el establecimiento del vivero comunitario se hará al lado de la escuela del Mortiño para que así también los estudiantes tengan contacto con el proyecto, el cual tendrá una extensión aproximada de 400m². ya que por la gran intervención, no es posible adquirir material vegetal en la zona, se debe seleccionar muy bien la zona en la cual se obtendrá el material vegetativo y semillas, siendo una buena opción el parque nacional natural TATAMÁ , el cual tiene experiencias positivas en restauración de este tipo de ecosistemas. Antes de que el vivero empiece a proveer material vegetal, este se obtendrá de otra zona del país.

La restauración se hará en la parte media y baja de la Microcuenca, priorizando el bosque ripario, reforestando 27.8 hectáreas 30 m a cada lado de la orilla del cauce según lo dispuesto en el artículo 83 del decreto 2811 de 1974.

Las especies escogidas inicialmente para esta reforestación serán: gaque (*Clusia multiflora*), colorado (*Polylepis quadrijuga*), y encenillo (*Weinmania tomentosa*). Se establecerá una siembra a tres bolillos 2mx2m, lo cual representan 2821 árboles por hectárea.

La plantación se protegerá con una cerca muerta, con postes de madera y alambre de púa. Se plantaran también 119 hectárea a una distancia de 10x10, para un total de 86 árboles por hectárea y así propiciar procesos de regeneración

natural en zonas que han sido intervenidas, estas 112 hectáreas son terrenos que han sido explotados para agricultura o extracción de madera y leña.

Se proporcionarían 4 subsidios para propietarios de la parte alta, los cuales fueron nombrados en el anterior proyecto para compra de predios.

Limitaciones: Conflictos con dueños de predios de áreas a restaurar. Consecución de material vegetal. Recursos económicos

Tiempo de ejecución: en tres meses se debe construir la infraestructura necesaria para el vivero comunitario, seguido a esto establecer todas las medidas necesarias para la puesta en marcha para que después de un año ya se tenga material vegetativo, y así mismo en este tiempo se capacite a la comunidad en cuanto a la forma como opera y se administra el vivero.

La revegetalización y posterior cercado de protección, se hará prioritariamente a lo largo del cauce en la parte media y baja de la Microcuenca, en un tiempo estimado de 24 meses.

Coordinación: la autoridad ambiental CAS, administración municipal, con ayuda de las instituciones educativas que se benefician de los servicios prestados por la Microcuenca.

Indicadores de éxito: aumento de la oferta hídrica, menor presión en áreas estratégicas, disminución en la erosión y escorrentía superficial, menor arrastre de suelos, aumento de la regeneración natural, restauración de áreas de importancia estratégica, aceptación de los dueños de predios con importancia estratégica

Fuentes de financiación: Gobernación de Santander, municipio del Cerrito y la CAS

Normatividad: Resolución 1247 23 dic 2013, Decreto ley 2811 de 1974, Ley 99 de 1993

Tabla 82. Recursos necesarios para ejecutar el proyecto 2

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO EN PESOS COLOMBIANOS	VALOR TOTAL EN PESOS COLOMBIANOS
Subsidio a reubicación	Mes	12	300.000	3'600.000
MANO DE OBRA				
CALIFICADA				
Ingeniero forestal	Mes	6	1'800.000	10'800.000
Ingeniero economista	Mes	3	1'800.000	5'400.000
Técnico forestal	Mes	6	1'300.000	7'800.000
Técnico en construcción	Mes	3	1'300.000	3'900.000
NO CALIFICADA				
Obreros de construcción	Mes	6	700.000	4'200.000
Trazado	Jornal	854	28.000	23'912.000
Ahoyado	Jornal	504	28.000	14'112.000
Plantación	Jornal	784	28.000	21'952.000
Deshierba	Jornal	644	28.000	18'032.000
Fertilización	Jornal	784	28.000	21'952.000
Resiembra	Jornal	644	28.000	18'032.000
Establecimiento de cerca	Jornal	574	28.000	16'072.000
INSUMOS Y EQUIPOS				
Cemento	Bulto	20	28.000	560.000
Bloque o ladrillo	Unidad	1000	1.000	1'000.000
Tejas de eternit	Unidad	20	45.000	900.000
Polisombra	Metro ²	420	833	350.000
Arena	Metros ³	16	45.000	720.000
sustrato	Kg	7.000	200	1'400.000
Fertilizantes	Kg	5.096	1.700	8'663.200
Termómetro	Unidad	1	30000	30.000
Pala	Unidad	3	25.000	75.000
Azadón	Unidad	3	25.000	75.000
Pica	Unidad	3	25.000	75.000
manguera	Metros	200	500	100.000
Bolsas para plántulas	Centena	10	3.000	30.000
Plántulas	Unidad	88.506	600	53'103.600
Tinales de madera	Unidad	7.560	5.000	37'800.000
Alambre de púa	Metros	35.000	400	14'000.000
Grapa	Unidad	22.400	29	649.600
Papelería		Global		1'500.000
Cartografía		Global		600.000
Instrumentos de campo		Global		2'000.000
Instrumentos de oficina		Global		3'000.000
TRANSPORTE		Global		5'000.000
SUBTOTAL				301'395.400
IMPREVISTOS (10%)				30'139.540
COSTO TOTAL				331'534.940

• **Proyecto 3: Educación y sensibilización ambiental**

Tipo de acción

Educación y sensibilización ambiental

Campañas de mejoramiento en la disposición final adecuada de residuos sólidos y líquidos

Campañas de sensibilización para hacer cumplir las normas que regulan los usos y conservación del suelo y el recurso hídrico

Localización: vereda corral falso y boyaga. Municipio del Cerrito.

Beneficiarios: comunidad que hace parte de la zona de influencia de la Microcuenca, principalmente los jóvenes y niños, ya que son más receptivos a la información suministrada.

Objetivos

Generar espacios educativos y campañas de sensibilización a población (infantil, juvenil y mayor) para que mejoren su óptica y mentalidad frente al medio ambiente y la preservación de los recursos naturales.

Educación Ambiental formal y no formal: Con miras a que las futuras generaciones, tengan una mayor apropiación de la importancia del recurso hídrico, el papel de las coberturas vegetales en el mantenimiento de las condiciones ecológicas y la vulnerabilidad de estos frente a cualquier acción antrópica, se pretende con esta propuesta abrir un espacio en la escuela de Mortiño, así como talleres comunitarios, con el objeto de generar conciencia sobre la problemática y así garantizar que las medidas correctivas que puedan implementarse se mantengan en el tiempo y para las futuras generaciones.

Propiciar espacios de educación formal institucional en temas de conservación y manejo de los recursos naturales.

Diseñar e implementa un Convenio municipal, para mejorar la disposición final de los residuos sólidos y líquidos de las residencias ubicadas en la zona de estudio.

Asistencia técnica para cambiar el uso del suelo, y generar proyectos productivos que no afecten los recursos naturales.

Alcances: capacitación en el uso y manejo de residuos sólidos: Debido a las dificultades para la implementación de plantas de recolección de residuos sólidos o el transporte de los mismos en el área de influencia, la capacitación en el uso y manejo de los residuos generados en las viviendas y fincas de la zona brinda una alternativa para reducir el impacto generado por la disposición inadecuada de los residuos en las zona.

Aislamiento de zonas arbóreas y arbustivas: Con el fin de garantizar la permanencia de especies vegetales, el hábitat de las especies de fauna y de mantener en equilibrio las condiciones de los mismos, se propone aislar estas zonas, teniendo en cuenta de que estos aislamientos no sean un obstáculo, para los flujos normales de la fauna nativa.

Establecimiento de pozos sépticos: Como una forma de mejorar la calidad del recurso hídrico con una intervención inmediata, se propone por parte de las comunidades, la implementación de pozos sépticos en las viviendas que aun no lo tengan, y la capacitación en el uso de los mismos, con el fin de que los vertimientos domésticos, no afecten los cuerpos de agua de las comunidades.

Extracción manual de materiales inorgánicos de los cuerpos de agua: Debido a que en las zonas de paramo no se justifica ni debe implementarse sistemas complejos de tratamiento de aguas residuales domésticas, se propone una extracción manual de materiales

Cambio de vocación de los suelos utilizados para producción agropecuaria

Metodología: las actividades agropecuarias han dado como resultado la transformación del ecosistema original, proceso que no se detiene y que genera presiones constantes sobre el medio ecológico, esta situación muestra la necesidad de implementar la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad.

Estas campañas se desarrollarán en la escuela el Mortiño, acompañadas de salidas prácticas en campo y asistencia técnica, para que los pobladores sepan el uso adecuado que se le debe dar a los recursos naturales.

Limitaciones: baja participación comunitaria, recursos económicos para llevar a cabo el proyecto

Tiempo de ejecución: este proyecto debe ser implementado en el menor tiempo posible, ya que la educación ambiental es la base para que todos los otros proyectos se lleven a cabo, se plantean 24 sesiones, para llevarlas a cabo en tres meses

Coordinación: la autoridad ambiental CAS, administración municipal, SENA con ayuda de las instituciones educativas que se benefician de los servicios prestados por la Microcuenca.

Indicadores de éxito: comunidad con una perspectiva diferente de su entorno, cambio de vocación del suelo, destinación final adecuada de residuos sólidos y líquidos

Fuentes de financiación: Gobernación de Santander, municipio del Cerrito y la CAS

Normatividad: Ley 99 de 1993, Decreto 1743 de 1994. Política Nacional de Educación Ambiental SINA, Decreto 838 de 2005

Recursos necesarios

Tabla 83. Recursos necesarios para ejecutar el proyecto 3

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO EN PESOS COLOMBIANOS	VALOR TOTAL EN PESOS COLOMBIANOS
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Ingeniero forestal o ambiental	Mes	3	1'800.000	5'400.000
Extensionista	Mes	3	1'800.000	5'400.000
Ingeniero agrónomo	Mes	3	1'800.000	5'400.000
INSUMOS Y EQUIPOS				
Papelería		Global		5'000.000
Cartografía		Global		600.000
Instrumentos de campo		Global		3'000.000
Instrumentos de oficina		Global		3'000.000
TRANSPORTE		Global		3'000.000
SUBTOTAL				30'800.000
IMPREVISTOS (10%)				3'080.000
COSTO TOTAL				33'880.000

• Proyecto 4: Desarrollo planificado de ecoturismo

Tipo de acción: generar turismo ecológico privilegiando la sostenibilidad, la preservación la apreciación del medio (tanto natural como cultura) que acoja y sensibilice a los turistas.

Desarrollar planes de ecoturismo, generando principalmente que no se afecte el ecosistema y dejando recursos económicos para los pobladores de la zona.

Localización: parte media y baja de la Microcuenca, ya que la parte alta debe estar destinada solo a la conservación alejada de la intervención antrópica.

Beneficiarios: pobladores de la parte media y baja de la Microcuenca quebrada Angosturas

Objetivos

Formular el plan de desarrollo turístico para el área, que permita generar una alternativa de actividades económicas que reemplacen la ganadería y el cultivo de papa ajo y cebolla.

Explotar la belleza paisajística que atraiga a potenciales turistas a la zona.

Proponer formas para la Práctica de deportes extremos aprovechando la pendiente en algunas zonas permite (escalada) y en otras realizar recorridos o caminatas para admirar de manera pasiva el paisaje que brinda las extensiones cubiertas de Frailejón.

Capacitar a campesinos de la zona para que sirvan como guías turísticos.

Generar folletos o cartillas mostrando los planes turísticos y riquezas de la zona.

Adecuación de algunas viviendas mediante subsidios en sitios estratégicos, para que se conviertan en posibles posadas de turistas.

Alcances: el turismo es rentable para la comunidad residente en razón a que sin realizar grandes inversiones puede aprovechar la visita de turistas para vender servicios de guianza, venta de alimentación, venta de alojamiento. El desarrollo de actividades de turismo no requiere de construcciones de concreto, ni compras de equipos, ni materiales especiales.

Los costos de adecuación, infraestructura física complementaria y planificación turística deben ser financiados por entidades gubernamentales como aporte al desarrollo regional y a garantizar el ambiente y entorno favorable para que operadores realicen las actividades operativas del turismo, quienes a su vez tributan a los entes territoriales los correspondientes impuestos derivados del turismo.

En la actualidad existen vías de acceso a los potenciales atractivos turísticos propuestos, aunque en mal estado de tránsito para automóviles, de todos modos no se deben programar la apertura de nuevas vías.

Metodología: mediante guías turísticos los cuales serán campesinos de la zona se desarrollarán senderos turísticos y otros atractivos para práctica de deportes extremos, mostrando las riquezas ambientales sin generar ningún tipo de afectación al ecosistema, los campesinos podrán vender sus servicios, y cobrar por la invasión de sus predios.

Limitaciones: baja aceptabilidad del proyecto por parte de la comunidad, impedimento de las comunidades a la invasión de sus predios por parte de los turistas, falta de recursos económicos para llevar a cabo el proyecto

Tiempo de ejecución: formulación de los planes de desarrollo turístico, capacitaciones a campesinos, determinación de aspectos ambientales, de mercado, económicos y culturales, en un término de 3 meses.

Aplicación en áreas prioritarias después de las capacitaciones a la comunidad, esto es después de tres meses.

Coordinación: la autoridad ambiental CAS, administración municipal, con ayuda de las instituciones educativas que se benefician de los servicios prestados por la Microcuenca.

Indicadores de éxito: comunidad con otra fuente de ingresos, acogida de los turistas nacionales e internacionales a los planes turísticos que se planteen

Fuentes de financiación: Gobernación de Santander, municipio del Cerrito y la CAS

Normatividad: Ley 99 de 1993

Recursos necesarios

Tabla 84. Recursos necesarios para ejecutar el proyecto 4

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO EN PESOS COLOMBIANOS	VALOR TOTAL EN PESOS COLOMBIANOS
MANO DE OBRA				
CALIFICADA				
Ingeniero forestal con conocimiento en turismo ecológico.	Mes	3	1'800.000	5'400.000
NO CALIFICADA				
INSUMOS Y EQUIPOS				
Adecuación de viviendas	Subsidio	5	2'000.000	10'000.000
Papelería		Global		5'000.000
Cartografía		Global		600.000
Instrumentos de campo		Global		2'000.000
Instrumentos de oficina		Global		4'000.000
TRANSPORTE		Global		1'00.0000
SUBTOTAL				24'600.000
IMPREVISTOS (10%)				2'460.000
COSTO TOTAL				27'060.000

• Proyecto 5: Investigación para el mejoramiento integral de la Microcuenca

Tipo de acción: estudio y monitoreo de balance hídrico en la Microcuenca, monitoreo de parcelas permanentes en la Microcuenca río Angosturas

Localización: zonas de importancia estratégica, parte alta de la Microcuenca

Beneficiarios: el total de la población que hace parte de la zona de influencia de la Microcuenca quebrada Angosturas.

Objetivos

Desarrollar actividades de investigación para la obtención de información confiable y actualizada útil para la toma de decisiones con fines de mejoramiento de las condiciones ambientales (fauna silvestre, vegetación y cuerpos de agua) y el manejo que le dan los pobladores.

Generar espacios y mecanismos amplios de identificación de prioridades y agendas de investigación hídrica, que correspondan a las necesidades de la zona.

Monitoreo del balance hídrico de manera permanente.

Establecer parcelas permanentes en el área, como herramienta que permita hacer seguimiento de la tendencia situacional de los recursos naturales.

Alcances: contar con información oportuna sobre el comportamiento de la corriente hídrica que permita establecer un manejo adecuado del agua., conocer el comportamiento del área para determinar qué acciones tomar en mejora del ecosistema.

Desarrollar constantemente procesos de investigación para analizar la forma como los campesinos interactúan con el medio ambiente, y así tomar las mejores decisiones en miras de la restauración del ecosistema.

Metodología: mediante una estación pluviométrica, se realizará el monitoreo de la precipitación y demás aspectos que ella proporcione, y se tendrán aforos para la medición de caudal.

Para cada uno de los puntos de muestreo se evaluarán los parámetros físicoquímicos, bacteriológicos y biológicos y se determinará durante épocas secas, invierno y transición que permita identificar los cambios existentes en cuanto a calidad y cantidad del recurso.

Se elegirán y establecerán 5 parcelas de 20x20m de forma estratégica según los resultados obtenidos en la fase de zonificación ambiental, para analizar la tendencia situacional de los recursos naturales, esto es factores bióticos y abióticos.

Limitaciones: la no aceptación de la comunidad para la instalación de la estación climatológica. Falta de recursos monetarios para la ejecución del proyecto

Tiempo de ejecución: en el primer mes se generarán los modelos y sitios estratégicos para monitoreo del recurso hídrico, instalación de la estación

climatológica y establecimiento de parcelas permanentes, después de este periodo se harán monitoreos permanentes en el corto, mediano y largo plazo.

Coordinación: la autoridad ambiental CAS, administración municipal, con ayuda de las instituciones educativas que se benefician de los servicios prestados por la Microcuenca.

Indicadores de éxito: saber realmente cual es la oferta hídrica de la Microcuenca; Conocer las causas por las cuales no hay regeneración de algunas especies

Fuentes de financiación: Gobernación de Santander, municipio del Cerrito y la CAS

Normatividad: Decreto 2858 de 1981 por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 56 del decreto 2811 de 1974 y se modificó el decreto 1541 de 1978, Ley 99 de 1993

Tabla 85. Recursos necesarios para ejecutar el proyecto 5

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO EN PESOS COLOMBIANOS	VALOR TOTAL EN PESOS COLOMBIANOS
MANO DE OBRA				
CALIFICADA				
Ingeniero forestal	Mes	6	1'800.000	6'600.000
NO CALIFICADA				
Asistente		12	700.000	8'400.000
INSUMOS Y EQUIPOS				
Estación pluviométrica	Estación	1	3'500.000	3'500.000
Análisis fisicoquímico, bacteriológico, y biológico.	Unidad	6	100.000	600.000
Papelería		Global		200.000
Cartografía		Global		600.000
Instrumentos de campo		Global		3'000.000
Instrumentos de oficina		Global		3'000.000
TRANSPORTE		Global		3'000.000
SUBTOTAL				28'900.000
IMPREVISTOS (10%)				2'890.000
COSTO TOTAL				31'790.000

5.8 PRESUPUESTO TOTAL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA RÍO ANGOSTURAS

Tabla 86. Presupuesto total Plan de Manejo Ambiental de la Microcuenca quebrada Angosturas

PROYECTO	VALOR (pesos)
Conservación y manejo sostenible del ecosistema.	175'538.000
Restauración y manejo de los recursos naturales	331'534.940
Educación y sensibilización ambiental	33'880.000
Desarrollo planificado de ecoturismo	27'060.000
Investigación para el mejoramiento integral de la Microcuenca	31'790.000

El valor total del Plan de Manejo Ambiental de la Microcuenca río Angosturas es de **\$599'802.940** pesos colombianos.

5.9 EJECUCIÓN

Esta fase corresponde a las acciones de coordinación que deben adelantar las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible competentes para la ejecución del Plan de Manejo de la Microcuenca, en el escenario temporal para el cual fue formulado, sin perjuicio de las competencias establecidas en el ordenamiento jurídico para la inversión y realización de las obras y acciones establecidas en la fase de formulación del plan.

Al igual que en las fases anteriores, la fase de ejecución debe llevarse a cabo con el acompañamiento de los actores sociales e institucionales quienes deben asumir

el papel que les corresponda para implementación de los programas y proyectos señalados en la formulación del Plan de Manejo Ambiental.

Los posibles agentes o instituciones que podrían intervenir para que este Plan de Manejo Ambiental sea ejecutado son: Gobiernos Nacional (MADS), Departamental (Gobernación), alcaldía municipal del Cerrito, CAS, ONGS, junta de acción comunal y propietarios de los predios.

¿De qué forma participan los actores de la cuenca en esta fase?

Apoyando el relacionamiento del ejecutor con las comunidades y otros actores sociales de la cuenca para la puesta en marcha de los programas definidos en el Plan de Manejo Ambiental

Inciendo en el ámbito de sus roles y competencias, para que las actividades o proyectos que se realicen en la cuenca respeten y se gestionen conforme a lo definido por la zonificación ambiental y su régimen de usos.

Participando en los espacios que convoque la Corporación para revisión y ajustes al cronograma o plan de trabajo.

5.10 SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

Esta fase corresponde a la aplicación de mecanismos definidos en el respectivo Plan de Manejo Ambiental, seguimiento y evaluación definido en la fase de formulación, que permitan, como mínimo, realizar anualmente el seguimiento y evaluación por parte de las respectivas instituciones.

El seguimiento y la evaluación constituyen un proceso dinámico y permanente de retroalimentación. Cuenta con procedimientos sistemáticos de observación para comprobar la eficiencia y efectividad de los programas, proyectos y acciones

formuladas. Determina los logros y debilidades del proceso, y derivado de ello, identifica las medidas correctivas para alcanzar los resultados esperados.

Se debe hacer un seguimiento de las instituciones correspondientes, para que los programas y proyectos sean ejecutados según lo planteado en la formulación del Plan de Manejo Ambiental, esto es: corto plazo (3 años), mediano plazo (4 a 6 años), largo plazo (7 a 10 años).

6. CONCLUSIONES

La fase de aprestamiento, permitió conocer la zona de influencia de la Microcuenca quebrada Angosturas y así mismo la comunidad con la que se iba a interactuar constantemente. Al principio la comunidad se mostró esquiva, pero gracias a acercamientos concertados por espacios que brindó la profesora de la escuela del mortuño, se pudo explicar que éramos estudiantes y que se elaboraría un proyecto meramente investigadito-participativo que en un futuro les ayudará a mejorar la calidad de su entorno y por ende la calidad de vida; gracias a esto la comunidad nos acogió y colaboró en todo lo que necesitamos. Para aprobar o desaprobar todas las acciones que se tomarían a medida que se avanzara en el proceso, se conformó un grupo de trabajo entre comunidad y autores del proyecto, ya que la administración municipal no mostró ningún interés en participar y la CAS nunca dio una respuesta del sí o la no participación.

En la fase de diagnóstico, se conoció a fondo la verdadera problemática que afronta la Microcuenca río Angosturas a causa principalmente de las prácticas agropecuarias inadecuadas, arrasando con la poca vegetación que aún queda para expandir la frontera agrícola y para obtención de madera y leña. El hábitat de la fauna silvestre está siendo eliminado, ya no se aprecian especies que en tiempos anteriores se veían normalmente. La situación es preocupante, se deben tomar medidas urgentes que busquen generar el cambio de vocación de los suelos, creando sistemas productivos amigables con el medio ambiente que generen ganancias económicas y así mismo medidas que conlleven a la restauración y protección del ecosistema, jugando aquí un papel muy importante la educación ambiental. Por fortuna para campesinos residentes en la zona de influencia de la Microcuenca, el recurso hídrico es suficiente para cubrir todas sus necesidades, esto se corroboró con el análisis del balance hídrico en cual mostró que el único mes ecoseco es enero presentando un déficit muy mínimo; esto se

debe a que la parte alta no está intervenida o lo está en mínima proporción, ayudando también a que el hábitat del Cóndor de los andes se conserve, habiendo un número importante de especímenes en el lugar.

La fase prospectiva se desarrolló de acuerdo a los resultados obtenidos en las fases de aprestamiento y diagnóstico, jugando un papel muy importante para la elaboración de escenarios futuros los análisis realizados en la matriz DOFA y la matriz ambiental (modelo utilizado por las Empresas Públicas de Medellín EPM) para evaluación de impactos ambientales. La Microcuenca quebrada Angosturas está catalogada principalmente como área de especial importancia ecosistémica, por consiguiente es un área de conservación y protección ambiental. Se elaboró un mapa de zonificación, en donde se muestra como están distribuidas las diferentes zonas según la sensibilidad ambiental y su respectiva extensión.

En la formulación del Plan de Manejo Ambiental, se articularon los resultados arrojados en las fases de diagnóstico y prospectiva, generando así una serie de proyectos los cuales fueron propuestos por la CAS, que ejecutados como se plantean, generaran sin duda alguna la restauración del ecosistema. Se buscó involucrar todos los posibles actores que podrían hacer parte de la ejecución de dicho plan, para así tener la mayor participación posible de entidades e instituciones logrando un trabajo articulado.

La comunidad quedo muy comprometida y satisfecha con el trabajo realizado, ya que se les tuvo en cuenta para tomar todas las decisiones planteadas en el plan de manejo, generando la ilusión de que se puedan ejecutar los programas y así restaurar el ecosistema mejorando la calidad de vida de todos los pobladores que hacen parte de la zona de influencia de la Microcuenca quebrada Angosturas.

7. RECOMENDACIONES

En la zona no hace presencia ninguna entidad de orden privado ni público que regulen el uso de los recursos y planteen sistemas productivos que no generen afectación al medio ambiente, el área se encuentra abandonada por el estado , y en parte por ello los campesinos no tienen toda la culpa de la situación real de la Microcuenca. Se tiene que generar una presencia urgente y permanente del estado para que se cambie la vocación del suelo, inculcando en la población educación y concientización ambiental, y así dejen atrás progresivamente las prácticas tradicionales de agricultura.

Se presenta una fortaleza en la zona como lo es la escuela del Mortiño, encontrando gran aceptabilidad y receptividad de la comunidad a lo que la profesora les plantee, siendo un factor a favor el cual puede ser utilizado a la hora de empezar a implementar todas las acciones que se requieran para la ejecución del Plan de Manejo Ambiental.

Se debe buscar los mecanismos necesarios para que la ejecución y seguimiento del Plan de Manejo sea un hecho, ya que no solamente ésta en juego la oferta hídrica en la zona de influencia de la Microcuenca río Angosturas, sino también la oferta hídrica de los municipios de Cerrito, Concepción, Málaga, Enciso y San José de Miranda, ya que la Microcuenca es el principal afluente de la subcuenca río Servitá.

BIBLIOGRAFÍA

BRAUN BLANQUET, J. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid, España: H. Blume Ediciones, 1974. 820 p.

CHAVARRI, Ernesto. Estudio hidrológico identificación de zonas de riesgo en los distritos de lima cercado y el agustino, lima metropolitana, provincia de lima [online]. Lima, Perú: Cooperazione Internazionale, 2009. 56p. [Consultado Noviembre de 2015] Disponible en http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/204416/01R_ZONAS_CRITICAS_LIMA.pdf/96e5cf90-84a8-4a8e-b922-3febc07abfe6

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 1729. (07, Agosto, 2002). Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2002. no. 44893. 7p.

EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEO S.A. Guía metodológica para la elaboración de zonificaciones ambientales de áreas de interés petrolero. Bogotá, Colombia: ECOPETROL S.A, 2012. 15p.

EUROMONEY INSTITUCIONAL COMPANY. Estudio hidrológico para la cuenca del estero los monos en el sector de la nueva planta de acero Adelca [online]. Guayaquil, Ecuador: GEOGISCORP S.A, 2010. 59p. [Consultado Noviembre de 2015] Disponible en <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=39275951>

GONZÁLEZ; [... y otros]. Análisis del modelo HEC-HMS para la simulación de las avenidas del río Arga en Pamplona [online] Pamplona, España: Universidad Pública de Navarra, 2012. 30p. [Consultado Noviembre de 2015] Disponible en <http://www.scielo.cl/pdf/oyp/n12/art02.pdf>

HENAO, Jesús Eugenio. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Bogotá: Universidad Santo Tomás, 1998. 358p

LAMPRECHT HANS. Silvicultura en los Trópicos. Eschborn, Alemania: GTZ, 1990. 335p.

LINSLEY, Ray K.; [... y otros]. Hidrología para ingenieros [online]. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill, 1998. 398p. [Consultado en febrero de 2016]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/103814232/Hidrología-para-Ingenieros-LINSLEY-KOHLER-y-PAULHUS>

MARTÍNEZ, Pedro. Metodología para el estudio de avenidas en ramblas de cuencas mediterráneas utilizando SIG. [online] Cartagena, Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena, 2007. 154p. [Consultado Diciembre 05 de 2015] Disponible en http://www.upct.es/hidrom/publicaciones/Tesis_pfc/PFC_PedroMartinez_2007.pdf

MELO CRUZ, Omar.; VARGAS RÍOS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. [Online] Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima ,2003. 17p. [Consultado en Marzo de 2016]. Disponible en: http://www.ut.edu.co/academico/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/LIBROS/evaluacion%20de%20ecosistemas%20boscosos%20%20Rafael%20vargas%20y%20Omar%20mel.pdf

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. [Online]. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014. 104p. [Consultado enero de 2016]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/Guia-Tecnica-para-la-formulacion-de-planes-de-ordenacion-y-manejo-de-cuencas-hidrograficas-POMCAS.pdf>

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Tratamiento de agua para consumo humano, Plantas de filtración rápida Manual II: Diseño de plantas de tecnología apropiada. [online] Lima, Perú: OPS Y CEPIS, 2004. 319 p.[Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/id/5676/BIV00014.pdf>

PARRA, Emerson. Modelamiento y manejo de las interacciones entre la hidrología, la ecología y la economía en una cuenca hidrográfica para la estimación de caudales ambientales [online]. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2012. 35p. [Consultado Noviembre 20 de 2015] Disponible en http://www.bdigital.unal.edu.co/9163/1/71194057.2013._Parte1.pdf

SECRETARÍA DE LA CONVENCION DE RAMSAR. Manejo de cuencas hidrográficas: Integración de la conservación y del uso racional de los humedales en el manejo de las cuencas hidrográficas. [Online] Gland, Suiza: RAMSAR, 2010. 104p. [Consultado en febrero de 2016]. Disponible en: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-09sp.pdf>

SILES, Jackeline; SOARES, Denise. La fuerza de la Corriente: Gestión de Cuencas Hidrográficas con Equidad de Género. [Online] San José, Costa Rica: ABSOLUTO, 2013. 274p.[Consultado en Marzo de 2016] Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2003-042.pdf>

UNIÓN MUNDIAL PARA LA NATURALEZA. Visión del Agua y la Naturaleza: Estrategia Mundial para la Conservación de los Recursos Hídricos en el siglo XXI. [Online] Washington D.C., United States of America: UICN, 2000. 73p. [consultado en febrero de 2015] Disponible en: https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/vision_agua.pdf

ANEXOS

Anexo A. Caracterización del estado actual de la Microcuenca río Angosturas.

CARACTERIZACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA MICROCUENCA RÍO ANGOSTURA S,
PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SERVITÁ, MUNICIPIO DEL CERRITO,
PROVINCIA DE GARCÍA ROVIRA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER-COLOMBIA.

Fecha: _____ Hora: _____ Vereda: _____

Nombre del encuestado: _____

Propietario: Si ___ No ___ Arrendatario: Si ___ No ___ Nombre de la finca: _____

1. NÚCLEO FAMILIAR

	Edad en años				
	<10	De 11 a 20	De 21 a 40	De 41 a 60	>60
Hombres					
Mujeres					
Total					

2. EDUCACIÓN

Personas estudiando actualmente _____ Cuántas en: Básica primaria _____ Básica secundaria _____
Universitarios _____ Otros _____ Cuales _____

3. SALUD

¿Cuales son las enfermedades que se presentan con mayor frecuencia? _____

¿A donde acude cuando se enferma? _____

¿Con que seguro de salud cuenta? _____

4. SERVICIOS DE LA VIVIENDA

Batería sanitaria si ___ no ___ pozo séptico si ___ no ___
Cocina de leña si ___ no ___ (especies utilizadas): _____
Cocina de gas si ___ no ___ Energía eléctrica si ___ no ___ Telefonía si ___ no ___

5. TIPO DE VIVIENDA

PISOS

TECHO

PAREDES

Tierra	
Baldosa	
Cemento	
madera	

Teja de barro	
Zinc	
Ejerciti	
otra	

Tapia pisada	
Ladrillo	
Cemento	
Banareque	

No. de habitaciones Incluyendo comedor y cocina	
--	--

6. AGUA

ACUEDUCTO VEREDAL		ACUEDUCTO INDIVIDUAL		CAPTACION DE AGUAS LLUVIA		TRANSPORTE MANUAL	
si	no	si	no	si	no	si	no

Distancia de la fuente de agua a su casa: _____

¿Hierve el agua para el consumo? Si ___ No ___ La finca tiene afloramientos si ___ no ___ cuantos _____

¿En verano hay suficiente oferta de agua para cubrir todas las necesidades? Si ___ no ___

¿Cómo considera la calidad del agua que consume? Buena ___ Regular ___ Mala ___

¿La cantidad de agua de la Microcuenca es suficiente? si ___ no ___

11. INFRAESTRUCTURA

INFRAESTRUCTURA	CANTIDAD	BUEN ESTADO	MAL ESTADO
Galpón			
Estadio			
Porqueriza			

12. TRATAMIENTO DE BASURAS

Foso de abono si__ no__ Quema si__ no__ Alimento de animales si__ no__
 Se entierran si__ no__ Se arrojan al aire libre si__ no__

13. PLAGAS EXISTENTES

Cucarachas si__ no__ Chinchas si__ no__ Ratones si__ no__ Piojos si__ no__
 Moscos si__ no__ Zancudos si__ no__ otros _____
 ¿Se combaten? Si__ no__ ¿Cómo? _____

14. ANIMALES EXISTENTES

Animales domésticos	si	no	cantidad
Vacunos adultos			
Vacunos jóvenes			
Cerdos			
Camuros			
Conejos			
Ovejas			
Gallinas			
Peces			
Caballos			
Gatos			
Perrros			
Otros			

Animales silvestres que halla visto o que sepa que existen en la zona

14. ¿CUÁLES SON LAS ENFERMEDADES MAS FRECUENTES EN LOS ANIMALES?

15. ALIMENTACION

Productos de la vereda ¿Cuáles? _____
 ¿Productos que se consumen? _____

16. FLORA.

Que especies arbóreas hay en su finca. _____

17. INGRESO Y EGRESOS

¿A cuánto ascienden sus ingresos mensuales? (salario mínimo):

Menos de 1 ¿Cuánto? \$ _____ 2__ 3__ 4__ 5__

¿De dónde provienen? _____

¿A cuánto ascienden sus gastos mensuales? _____

18. PARTICIPACION DEL ENCUESTADO EN LA ORGANIZACION COMUNITARIA

Nombre	Pertenece (SI)	Pertenece (NO)	Grado de participación de 1 a 5
Grupo de amistad			
Asociación usuarios acueducto			
Junta de acción comunal			
Corporación sin ánimo de lucro			
Grupo ecológico			
Cooperativa			
Grupo religioso			
Otros			

¡GRACIAS!

Anexo B. Análisis de laboratorio de aguas.

ESPM NIT 890.205.049-0
LABORATORIO DE AGUAS
 Autorizado mediante Res. N° 004911 de Dic 14 de 2006 del Ministerio de la Protección Social
 para realizar el análisis de aguas para el consumo humano según decreto 1575 de 2007 y Res 2115 de 2007

REPORTE DE RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Calos Leonardo Suarez Blanco
Dirección	Calle 1C # 3ª - 34 Los Naranjitos
Ensayos realizados	Fisicoquímico y Microbiológico
Fuente	Tanque de Almacenamiento
Tipo de Agua	Cruda
Sitio de muestreo	Tanque de Almacenamiento
Punto de muestreo	Punto no concertado y materializado
Municipio	Cerrito (Santander)
Tipo de muestreo	Puntual
Objeto del análisis	Potabilidad del Agua
Fecha de recolección	10 de Noviembre 2015 Hora:
Fecha de análisis	11 de Noviembre 2015 Hora: 10:00 AM
Tomada por	Oscar Castellanos - Carlos Suarez

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO					
PARAMETRO	UNIDAD	TECNICA	Res 2115/07	Puntaje de Riesgo	RESULTADO
Color verdadero	UPC	Espectrofotométrica	15	6	4
Olor y sabor	No establecida	No establecida	Aceptable		Aceptable
Turbiedad	NTU	Turbidimétrica	5(Dec 475/98)	15	0,00
Nitritos	mg/LNO ₂	Colorimétrica	0,1	3	0,01 < 0,02
Cloruros	mg/L NaCl	Volumétrica	250	1	0,5 < 2,5
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	Volumétrica	300	1	118
Hierro Total	mg/L Fe	Colorimétrica	0,3	1,5	0,05
Sulfatos	mg/L SO ₄	Espectrofotométrica	250	1	34
Cloro Total	mg/L Cloro	Espectrofotométrica		15	0,01 < 0,05
PH	Unidad de pH	Potenciométrica	6.5 - 9.0	1,5	7,45

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO					
PARAMETRO	UNIDAD	TECNICA	Res 2115/07	Puntaje de Riesgo	RESULTADO
Coliformes Totales	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	0	15	53
Coliformes Fecales	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	0	25	0

Observaciones: NIVEL DE RIESGO POR MUESTRA: MEDIO IRCA: 17,65%
 SEGÚN LOS PARÁMETROS ANALIZADOS, LA MUESTRA DE AGUA SE CLASIFICA CON NIVEL DE RIESGO MEDIO. PRESENTA COLIFORMES TOTALES, QUE LA APARTAN DE LOS VALORES ACEPTABLES.

Concepto: SEGÚN LA RESOLUCIÓN 2115 DE JUNIO DEL 2007 EL AGUA NO ES APTA PARA EL CONSUMO HUMANO. PRUEBAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA DE EMPRESAS PÚBLICAS DE MÁLAGA (ESPM).

Judy Rocio Castellanos Suarez

Dirección Técnica del Laboratorio de las ESPM
 YUDY ROCIO CASTELLANOS SUAREZ
 INGENIERA QUÍMICA "UIS"

REPORTE DE RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Calos Leonardo Suarez Blanco
Dirección	Calle 1C # 3ª - 34 Los Naranjitos
Ensayos realizados	Fisicoquímico y Microbiológico
Fuente	Nacimiento Angosturas
Tipo de Agua	Cruda
Sitio de muestreo	Nacimiento Angosturas
Punto de muestreo	Punto no concertado y materializado
Municipio	Cerrito (Santander)
Tipo de muestreo	Puntual
Objeto del análisis	Potabilidad del Agua
Fecha de recolección	10 de Noviembre 2015 Hora:
Fecha de análisis	11 de Noviembre 2015 Hora: 08:00 AM
Tomada por	Oscar Castellanos - Carlos Suarez

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO					
PARAMETRO	UNIDAD	TECNICA	Res 2115/07	Puntaje de Riesgo	RESULTADO
Color verdadero	UPC	Espectrofotométrica	15	6	8
Olor y sabor	No establecida	No establecida	Aceptable		Aceptable
Turbiedad	NTU	Turbidimétrica	5(Dec 475/98)	15	0,00
Nitritos	mg/LNO ₂	Colorimétrica	0,1	3	0,01 < 0,02
Cloruros	mg/L NaCl	Volumétrica	250	1	1,1 < 2,5
Dureza Total	mg/L CaCO ₃	Volumétrica	300	1	23
Hierro Total	mg/L Fe	Colorimétrica	0,3	1,5	0,25
Sulfatos	mg/L SO ₄	Espectrofotométrica	250	1	32
Cloro Total	mg/L Cloro	Espectrofotométrica		15	0,01 < 0,05
PH	Unidad de pH	Potenciométrica	6.5 - 9.0	1,5	7,01
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO					
PARAMETRO	UNIDAD	TECNICA	Res 2115/07	Puntaje de Riesgo	RESULTADO
Coliformes Totales	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	0	15	65
Coliformes Fecales	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	0	25	3

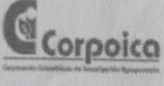
Observaciones: NIVEL DE RIESGO POR MUESTRA: ALTO IRCA: 47,06%
SEGÚN LOS PARÁMETROS ANALIZADOS, LA MUESTRA DE AGUA SE CLASIFICA CON NIVEL DE RIESGO ALTO. PRESENTA COLIFORMES TOTALES Y COLIFORMES FECALES, QUE LA APARTAN DE LOS VALORES ACEPTABLES.

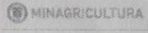
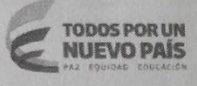
Concepto: SEGÚN LA RESOLUCIÓN 2115 DE JUNIO DEL 2007 EL AGUA NO ES APTA PARA EL CONSUMO HUMANO. PRUEBAS FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE ANÁLISIS DE AGUA DE EMPRESAS PÚBLICAS DE MÁLAGA (ESPM).

Judy Rocío Castellanos Suarez
Dirección Técnica del Laboratorio de las ESPM
YUDY ROCÍO CASTELLANOS SUAREZ
INGENIERA QUÍMICA "UIS"

Anexo C. Reporte de resultados laboratorio de servicios.

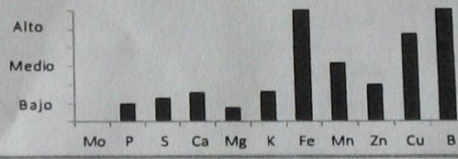
INFORME N° 1104-S15 (25121) Oscar Castellanos 2015-11-20

	VINCULACIÓN DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA	Código: VC F 115
	REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO DE SERVICIOS	Versión: 1
		Fecha de vigencia: (18-11-2013)
LABORATORIO DE QUÍMICA DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS		# DE SOLICITUD 1104
		CODIGO DE LABORATORIO S15-25121

1. Información del cliente		 
Nombre y Apellido:	OSCAR CASTELLANOS A.	
Cédula o NIT	3138609870	
Dirección:	CRA 3 # 2-18	
Dpto:	SANTANDER	
Municipio:	CERRITO	
Tel. fijo/Celular:	3138609870	
Tipo de análisis:	COMPLETO	

2. Información de la muestra		Jamer Ricardo Jiménez. (7882) Líder Unidad de Laboratorio de Suelos
Identificación:	034007	
Vereda	CORRAL FALSO	
Finca:	NO INDICA	
Altura	NO INDICA	
Cultivo	NO INDICA	
Estado:	NO INDICA	
Fecha de recepción:	2015-11-09	
Fecha(s) de análisis:	2015-11-17	
Fecha de reporte:	2015-11-20	

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR*	INTERPRETACIÓN*
pH		Potenciométrico	5,40	FUERTE A EXTREMADAMENTE ACIDO
Conductividad eléctrica	dS/m	Conductivímetro suelo/agua 1:5	0,21	NO SALINO
Materia orgánica (MO)	%	Walkley & Black	8,15	
Fósforo disponible (P) Bray II	mg/kg	Bray II	8,81	BAJO
Azufre disponible (S)	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	6,02	BAJO
Acidez intercambiable (Al+H)	cmol _c /kg	KCl	2,39	
Aluminio intercambiable (Al)	cmol _c /kg	KCl	2,12	RESTRICTIVO
Calcio intercambiable (Ca)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	2,22	BAJO
Magnesio intercambiable (Mg)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	0,44	BAJO
Potasio intercambiable (K)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	0,16	BAJO
Sodio intercambiable (Na)	cmol _c /kg	Acetato de amonio 1N pH 7,0	0,08	NORMAL
Capacidad de intercambio catiónico (CICE)	cmol _c /kg	Suma de cationes	5,30	BAJO
Hierro disponible (Fe) olsen	mg/kg	Olsen modificado	403,90	ALTO
Manganeso disponible (Mn) olsen	mg/kg	Olsen modificado	7,86	MEDIO
Zinc disponible (Zn) olsen	mg/kg	Olsen modificado	1,47	BAJO
Cobre disponible (Cu) olsen	mg/kg	Olsen modificado	3,21	ALTO
Boro disponible (B)	mg/kg	Fosfato monobásico de calcio	0,73	ALTO

SATURACION DE BASES	Saturacion de Calcio 42% Medio Saturacion de Magnesio 8% Bajo Saturacion de Potasio 3% Alto Saturacion de Sodio 1% Normal Saturacion de Aluminio 40% RESTRICTIVO	NIVEL DE LOS ELEMENTOS* 
RELACIONES IÓNICAS	Relacion Ca/Mg 5,0 Relacion (ca+Mg)/K 16,2 Relacion Mg/K 2,7 Relacion Ca/B 605	

OBSERVACIONES: * Interpretación basada en: ICA, 1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25.

Los resultados son válidos únicamente para la muestra en referencia
 Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma
 Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de CORPOICA

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATA
KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA (CUNDINAMARCA)
TELÉFONOS: 4227300, extensión 1414
E-MAIL: ypaezc@corpoica.org.co