

**FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA  
MICROCUENCA EL RAMAL, EN EL MUNICIPIO DE MACARAVITA  
SANTANDER**

**BENJAMIN RAMIREZ CALDERON**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA  
IPRED  
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL  
MÁLAGA  
2013**

**FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA  
MICROCUENCA EL RAMAL, EN EL MUNICIPIO DE MACARAVITA  
SANTANDER**

**BENJAMIN RAMIREZ CALDERON**

**Trabajo de grado para optar el título de:  
Ingeniero forestal**

**DIRECTOR  
JOSE MANUEL MARIÑO GUECHA  
INGENIERO FORESTAL**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA  
IPRED  
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL  
MÁLAGA  
2013**

## DEDICATORIA

*A Dios dador de vida porque este sueño no se hubiera realizado sin su guía en mi camino, a mis hijos Bleidy Sofía y Daniel Santiago que han sido mi fuente de inspiración y mi razón de vida, a mi esposa Fanny que ha sido incondicional y siempre ha estado en los momentos difíciles brindándome ánimo para hacer las cosas, a mis padres Josefina y Benjamín que me han dado su apoyo económico y moral, a Inesita mi hermana que me ha colaborado mucho y siempre le estaré agradecido.*

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. PROBLEMA	19
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	19
2. OBJETIVOS	21
2.1 OBJETIVO GENERAL	21
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	21
3. MARCO REFERENCIAL	22
3.1 MARCO TEÓRICO	22
3.1.1 Concepto cuenca hidrográfica	22
3.1.2 Partes de una microcuenca	22
3.1.3 Métodos descriptivos de sistemas hidrográficos	22
3.1.4 Ciclo hidrológico	22
3.1.5 Componentes y etapas del ciclo del agua o ciclo hidrológico	23
3.1.6 Componentes de una cuenca	24
3.1.6.1 Factores Físicos	24
3.1.6.2 Factores biológicos	24
3.1.6.3 Factores humanos y socioeconómicos	24
3.1.6.4 Factores ambientales	24
3.1.7 Los suelos en el manejo de cuencas hidrográficas	24
3.1.8 El hombre y la ordenación	24
3.1.9 Enfoque sistemático del estudio de las cuencas	25
3.1.10 Geología y suelos	27
3.1.11 Dimensión económica	28
3.1.12 Análisis estructural de los bosques	29
3.1.13 Diagnóstico del recurso hídrico	33
3.1.14 Listado de especies de fauna reportadas	33
3.1.15 Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua	33
3.1.16 Análisis sociocultural y económico	37
3.2 Generalidades del área de estudio	41

	Pág.
3.2.1 Delimitación y ubicación de la región	41
3.2.2 Delimitación y ubicación de la subregión	42
3.2.3 Características generales del territorio municipal	42
3.2.4 Recurso hídrico	46
3.3 MARCO CONCEPTUAL	47
3.4 MARCO LEGAL	51
4. PROCESOS METODOLOGICOS	53
4.1 TIPO DE ESTUDIO	53
4.2 INTEGRACIÓN DE LA MUESTRA Y OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN	53
4.3 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN, APLICACIÓN Y TABULACIÓN DE DATOS	53
4.3.1 Fase de aprestamiento	53
4.3.2 Fase de diagnóstico	53
4.3.2.1 Caracterización del medio físico	55
4.3.2.1.1 Fisiografía	55
4.3.2.1.2 Diagnóstico del recurso hídrico	57
4.3.2.1.3 Balance hídrico	58
4.3.2.1.4 Hidrograma	59
4.3.2.1.5 Determinación de la calidad del agua por macroinvertebrados	61
4.3.2.1.6 Caracterización del suelo	63
4.3.2.1.7 Uso actual del suelo	64
4.3.2.2 Caracterización del medio Biótico	65
4.3.2.2.1 Composición florística	65
4.3.2.2.2 Composición faunística	67
4.3.2.3 Caracterización de las condiciones socioeconómicas de la población	69
4.3.2.3.1 Matriz DOFA	69
4.3.2.4 Calificación de impactos ambientales con la matriz de empresas públicas de Medellín - EPM	69
4.3.3 Fase prospectiva	70
4.3.4 Fase de formulación	70
4.3.4.1 Objetivos del plan	70
4.3.4.2 Programas, proyectos y actividades	70

	Pág.
5. ANALISIS DE RESULTADOS	72
5.1 POBLACIÓN Y MUESTRA	72
5.2 FASE DE APRESTAMIENTO	72
5.3 FASE DE DIAGNOSTICO	73
5.3.1 Caracterización del medio físico	73
5.3.1.1 Fisiografía	73
5.3.1.1.1 Características morfométricas microcuenca El Ramal	74
5.3.1.2 Precipitación	83
5.3.1.3 Interceptación	85
5.3.1.4 Pruebas de infiltración	86
5.3.1.5 Balance Hídrico	90
5.3.1.6 Hidrograma	93
5.3.1.7 Determinación de la calidad del agua	98
5.3.1.8 Diagnóstico del recurso hídrico	100
5.3.1.9 Caracterización del suelo	101
5.3.1.9.1 Uso actual del suelo	101
5.3.1.9.2 Textura del Suelo	102
5.3.1.9.3 Propiedades físico mecánicas del suelo	103
5.3.2 Caracterización del medio Biótico	106
5.3.2.1 Composición florística	106
5.3.2.1.1 Análisis estructural de los bosques	106
5.3.2.1.2 Estado sucesional y grado de perturbación del bosque	114
5.3.2.1.3 Evaluación de la estructura vertical del bosque	116
5.3.2.2 Composición faunística	119
5.3.3 Caracterización de las condiciones socioeconómicas de la población	120
5.3.3.1 Matriz DOFA para evaluar los factores socioeconómicos	125
5.3.4 Calificación de impactos ambientales con la matriz de empresas públicas de Medellín - EPM	129
5.3.4.1 Impactos generados por la acción de la agricultura	129
5.3.4.2 Impactos generados por la acción de la ganadería	138
5.3.4.3 Impactos generados por alteración del recurso hídrico	142
5.3.4.4 Impactos generados por acción de la deforestación y quemas	147
5.4 FASE DE PROSPECTIVA	152
5.4.1 Escenario actual	152
5.4.2 Escenario viable o deseado	153

	Pág.
5.5 FORMULACION DEL PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO DE LA MICROCUENCA EL RAMAL	159
5.5.1 Objetivos del plan	159
5.5.2 Programas, proyectos y actividades	160
CONCLUSIONES	177
RECOMENDACIONES	180
BIBLIOGRAFÍA	182

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ciclo hidrológico	23
Figura 2. Método de análisis estructural de bosques propuesto por Marmillo	29
Figura 3. Curva hipsométrica	76
Figura 4. Determinación de la curva hipsométrica	89
Figura 5. Histograma relación de la precipitación y tiempo	95
Figura 6. Hidrograma, relación del caudal y tiempo	95
Figura 7. Hidrograma unitario	96
Figura 8. Índice y valor de importancia Bosque Natural vereda Jagui parte alta	109
Figura 9. Evaluación de la estructura vertical del bosque, perfil longitudinal	117
Figura 10. Resultado de encuesta socioeconómica 1	121
Figura 11. Resultado de encuesta socioeconómica 2	122
Figura 12. Resultado de encuesta socioeconómica 3	123
Figura 13. Resultado de encuesta socioeconómica 4	124
Figura 14. Finca Campo Rico, propiedad Hely Oviedo coordenadas 1163475 - 1216651	129
Figura 15. Agua para el consumo Sra. Pola Barrera	132
Figura 16. Microcuenca El Ramal sector Umaleta	133
Figura 17. Identificación de impactos generados por acción de la agricultura	137
Figura 18. Pérdida de la fertilidad del suelo	139
Figura 19. Erosión del suelo	140
Figura 20. Identificación de impactos generados por alteración del sistema hídrico	142
Figura 21. Identificación de impactos generados por acción de la deforestación, quemas, caza y pesca indiscriminada	147

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Interpretación de Abundancias	30
Cuadro 2. Interpretación de Frecuencias	31
Cuadro 3. Rangos y valoración de los criterios de evaluación	41
Cuadro 4. División político administrativa del Municipio de Macaravita	43
Cuadro 5. Resumen de datos de la precipitación	44
Cuadro 6. Zonificación de la temperatura en el Municipio de Macaravita	45
Cuadro 7. Integración de resultados de la matriz DOFA	69
Cuadro 8. Generalidades de la microcuenca El Ramal	73
Cuadro 9. Determinación de la curva hipsométrica de la microcuenca	76
Cuadro 10. Elevación media de la cuenca (método área - elevación)	77
Cuadro 11. Pendiente media de la microcuenca (método de Alvord)	78
Cuadro 12. Pendiente media de la microcuenca (método de Horton)	78
Cuadro 13. Pendiente media del cauce (método Taylor – Schwarz), (método de extremos)	79
Cuadro 14. Pendiente media del cauce	80
Cuadro 15. Razón de bifurcación o relación de confluencia	81
Cuadro 16. Frecuencia de talwegs (Fx)	82
Cuadro 17. Precipitación mensual de la microcuenca para el año 2008	83
Cuadro 18. Precipitación mensual de las estaciones año 2008	84
Cuadro 19. Precipitación en milímetros mensual promedio año 2008 de la microcuenca	84
Cuadro 20. Cálculo de la interceptación Bosque de Roble en temporada de lluvias	85
Cuadro 21. Velocidad de infiltración perfil 1	86
Cuadro 22. Velocidad de infiltración perfil 2	87
Cuadro 23. Velocidad de infiltración perfil 3	87
Cuadro 24. Velocidad de infiltración prueba 4	88
Cuadro 25. Promedio Velocidad de infiltración	88
Cuadro 26. Balance hídrico según Thorthwaite	91
Cuadro 27. Evapotranspiración potencial	93
Cuadro 28. Cálculo del flujo base y ordenada unitaria	94

	Pág.
Cuadro 29. Resultados obtenidos de las comunidades bentónicas en la parte media de la microcuenca (puente vía principal quebrada Honda)	99
Cuadro 30. Resultados obtenidos de las comunidades bentónicas encontradas en la parte baja de la microcuenca (en el sitio de confluencia con el río Nevado)	99
Cuadro 31. Fuentes de abastecimiento de agua en la microcuenca El Ramal	101
Cuadro 32. Uso actual del suelo	102
Cuadro 33. Áreas correspondientes a la clasificación agrologica de la microcuenca el Ramal	102
Cuadro 34. Pruebas de textura	102
Cuadro 35. Composición florística	107
Cuadro 36. Análisis estructural del estrato fustal para el bosque de Roble	108
Cuadro 37. Análisis estructural "latizal" para el bosque de Roble	110
Cuadro 38. Análisis estructural brinzal para el bosque de Roble	111
Cuadro 39. Índice de complejidad de Holdridge	112
Cuadro 40. Abundancias por pisos de copa	113
Cuadro 41. Cociente de mezcla	114
Cuadro 42. Perfil longitudinal del bosque	118
Cuadro 43. Listado de especies de fauna reportadas	119
Cuadro 44. Composición Faunística	120
Cuadro 45. Resultado de encuesta socioeconómica 1	121
Cuadro 46. Resultado de encuesta socioeconómica 2	122
Cuadro 47. Resultado de encuesta socioeconómica 3	123
Cuadro 48. Resultado de encuesta socioeconómica 4	124
Cuadro 49. Matriz de evaluación del factor interno	125
Cuadro 50. Matriz de evaluación del factor externo	126
Cuadro 51. Resultados matriz DOFA	127
Cuadro 52. Estrategias de la matriz DOFA	128
Cuadro 53. Impactos generados por la acción de la agricultura	130
Cuadro 54. Impactos generados por la acción de la ganadería	136
Cuadro 55. Impactos generados por alteración del recurso hídrico	143
Cuadro 56. Impactos generados por acción de la deforestación y quemas	146

	Pág.
Cuadro 57. Inventario de áreas potenciales para la declaración de reserva dentro de la microcuenca	155
Cuadro 58. Usuarios potenciales incluidos en los proyectos de reforestación, aislamientos, agroforestería y huertas caseras	158
Cuadro 59. Costos estimados del proyecto 2, programa 1	162
Cuadro 60. Costos estimados del proyecto 3, programa 1	164
Cuadro 61. Costos estimados del proyecto 3, programa 1	166
Cuadro 62. Costos estimados del proyecto 1, programa 2	169
Cuadro 63. Costos estimados del proyecto 1, programa 3	171
Cuadro 64. Costos estimados del proyecto 2, programa 3	173
Cuadro 65. Costos estimados del proyecto 1, programa 4	174
Cuadro 66. Costos estimados del proyecto 1, programa 5	175
Cuadro 67. Costos estimados del proyecto 2, programa 5 (costos para el año 2013)	176

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Modelo de encuesta	185
Anexo B. Mapas E.O.T. sin modificar	189
Anexo C. Evidencias fotográficas	193
Anexo D. Mapas modificados	200

## RESUMEN

**TÍTULO: FORMULACION DEL PLAN DE ORDENACION Y MANEJO DE LA MICROCUENCA EL RAMAL, EN EL MUNICIPIO DE MACARAVITA SANTANDER<sup>1</sup>**

**AUTOR: BENJAMIN RAMIREZ CALDERON<sup>2</sup>**

**PALABRAS CLAVES:** Abióticos, Bióticos, Balance hídrico, Caudal, Hidrógrafa, Plan de manejo, Prospectiva, Socioeconómicos.

### **DESCRIPCIÓN:**

El presente estudio tiene como objetivo Formular el Plan de Ordenación y Manejo de La Microcuenca El Ramal, la cual es de gran importancia porque abastece a los acueductos del casco urbano y parte de las veredas Pajarito, Jagui, Palma, Juncal e Ilarguta en el municipio de Macaravita Santander.

Para alcanzar este objetivo se realizaron las siguientes fases: Aprestamiento, Diagnóstico, Prospectiva y Formulación, las fases de Ejecución, Seguimiento y Evaluación se podrán desarrollar posteriormente teniendo en cuenta que en este proyecto solo se plantea la línea base.

En la fase diagnóstica se analizó cada uno de los componentes que hacen parte del área de estudio como son Bióticos, Abióticos y Socioeconómicos, para determinar el estado de los componentes se aplicaron las siguientes metodologías:

Características morfométricas mediante la base geográfica existente y su clasificación de campo, Composición de Flora y fauna mediante inventarios; hidrógrafa unitaria y balance hídrico a partir de datos de precipitación y caudal, Estabilidad estructural del suelo, Caracterización de las condiciones socioeconómicas de la población identificando los impactos ambientales a partir de las matrices Dofa y EPM, a través del análisis del suelo y las tecnologías actuales.

Partiendo de los resultados de la fase de Diagnóstico se desarrollaron las fases del Análisis Prospectivo y la formulación del plan de ordenación y manejo de la microcuenca, incluyendo en este: objetivos, metas, programas, proyectos y estrategias que logren mitigar los impactos y mejorar las condiciones ambientales y socioeconómicas.

---

\*Trabajo de Grado

\*\*Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: JOSÉ MANUEL MARIÑO GUECHA Ingeniero Forestal, Especialista intérprete imágenes de sensores remotos

## SUMMARY

**TITLE: MANAGEMENT PLAN FORMULATION AND THE WATERSHED MANAGEMENT BRANCH IN THE MUNICIPALITY OF SANTANDER MACARAVITA<sup>3</sup>**

**AUTHOR: BENJAMIN RAMÍREZ CALDERON<sup>4</sup>**

**KEY WORDS:** Abiotic, Biotic, Hydro Balance, Hydraulic, Plan management, Prospective, Social Economics, Water volume.

### **DESCRIPTION:**

The Objective of the present study is to formulate a Plan of Ordinance, as well as the management of the “Microcuenca El Ramal”, It is of great importance because, it supplies the aqueducts of that urban area, and parts of other villages such as: Pajarito, Jaqui, Palma, Juncal and that of the towns length Macaravita Santander.

To achieve this objective, the following phases were applied: Preparation (s), Diagnostic (s), prospective(s) and Formulation(s), the phases of: execution, follow ups, and evaluation (s) can be completed prior but keeping in mind, that the project implements a base line.

In the diagnostic phase, each of the components was analyzed, such that, are part of the study (ies) in effect biotic, a biotic and social economics, to determine the state of the components, the following methodologies were applied setting forth the characteristics of it is morfométricos along the base line of it is existent geographical fields and floral compositions by way of it's hidroways inventories, In whole and part, Hydro Balance Rendered by factum data of precipitations as well as it is water volume, ground structure stability, social economics and characteristics of the town's population the conditions identified the impact such as it's ambient by way of it is matrix.

“Dofa and EPM”, thru township interviews working from results, that stem from the diagnostic phase developments of analytical prospective as to formulation of the plans ordinance along it's micro management, would include objectives, goals, programs and strategically projects.

That will bring forth, the mitigation of impacts and provide better conditions, in social economics as well as ambient.

---

\*Bachelor Thesis

\*\*Regional Institute of projection and distance education. Forest engineering program. Director, JOSE MANUEL MARINO GUECHA Forest engineer specialist interpreter of remote sensing images

## INTRODUCCION

La microcuenca El Ramal está ubicada en el Municipio de Macaravita, es muy importante ya que sus aguas y sus afluentes son utilizados para las diferentes actividades como son regadíos, consumo humano y animal, en las veredas llarguta, Pajarito, la Palma, Juncal; el acueducto urbano actualmente se abastece de un afloramiento ubicado dentro del área de la microcuenca y provee agua a 52 familias del casco urbano.

La presente investigación busca conocer el estado en que esta microcuenca se encuentra y permite la realización de un diagnóstico buscando el mejor aprovechamiento de los recursos cuyo objetivo sea equilibrar la cantidad y regularidad en cuanto a la producción hídrica, dichas características se ven alteradas por el desequilibrio a causa del impacto generado en sus vertientes por los diferentes asentamientos humanos, con el análisis integral de cada microcuenca y a partir de la obtención de la serie de datos hidrológicos se tuvo una idea de la cantidad y regularidad del recurso hídrico por lo cual se busco plantear alternativas para el aprovechamiento racional de los recursos con que cuenta actualmente la microcuenca .

Es evidente la falta de conocimientos acerca de la implementación de sistemas productivos prácticos, conservacionistas y sostenibles en cada uno de los predios, viéndose reflejada en la producción reducida de sus cultivos, en el detrimento de la vivienda y de su calidad de vida; ya que no se implementan prácticas sobre manejo conservacionista de los suelos, tecnología, apropiación en el sistema de producción y modelos sostenibles, por parte de los habitantes y propietarios de los predios. Sin embargo es notable el interés de los mismos por capacitarse y darle un manejo apropiado a los recursos naturales y a los sistemas de producción.

Desde el comienzo del proceso de la investigación, se promovió la participación comunitaria en todas las fases y actividades del proyecto, esto con el objeto de conocer verdaderamente las necesidades y problemas de la población, de igual forma se pretende involucrar directamente a la población en la búsqueda de soluciones así como la apropiación y cooperación en las alternativas que se proponen como resultado del proceso de formulación.

Debe tenerse en cuenta que las entidades territoriales tienen a su cargo la elaboración, aprobación y fiscalización de instrumentos relacionados con el ordenamiento territorial, delimitación de áreas de expansión urbana e industrial, el uso del suelo y otras decisiones que en su conjunto acarrearán una modificación del ciclo hidrológico dentro de una cuenca y por lo tanto, evidentemente debe existir (aunque en muchos casos esto en la práctica no ocurre) una coordinación entre ellos y la autoridades ambientales. Además una articulación con los Planes de Ordenamiento Territorial, Planes de Vida, Planes de Desarrollo y Expansión Sectorial.

La Microcuenca, como es el caso de El Ramal, serán el elemento integrador de la gestión y sobre la cual se focalizarán las acciones. La ejecución de ellas responderá a una actuación local orientada con una visión global y serán objeto de planes de manejo ambiental.

Debe darse gran importancia a la comunidad en estos procesos ya que el principal recurso de la cuenca es el hombre, pues es él quien decide el tratamiento que le va a dar a los recursos naturales involucrados en ella. Por esto, el hombre tiene dentro de una cuenca mucho más valor que el agua, el suelo, y los bosques. Es él quien decide destruir o proteger.

## **1. PROBLEMA**

La carencia de una ordenación en el manejo adecuado de los recursos naturales de la cuenca ha contribuido al deterioro de las condiciones de vida y del bienestar de la comunidad que la habita, generando desequilibrios como son los suelos compactados a causa de las prácticas inadecuadas de explotación, suelos despojados de su cobertura protectora, hábitat intervenidos por el hombre, inestabilidad de las actividades económicas, así como la desvalorización y decrecimiento de la rentabilidad en las operaciones que se realizan lo cual desmejora el nivel de vida de los pobladores rurales y urbanos.

Además el proyecto se llevara a cabo para cumplir con una exigencia de la autoridad ambiental CAS al municipio de Macaravita.

### **1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

Debido a la intervención antrópica y uso inadecuado de los recursos en general ha hecho que el deterioro ambiental dentro de la microcuenca sea progresivo un ejemplo de esto son los ecosistemas de la parte alta cuyos bosques de roble especialmente han sido sustituidos por pastos y en la parte media y baja por un inadecuado manejo de los cultivos tradicionales se han deteriorado los suelos por tal razón es importante el apoyo de entidades encargadas del manejo de los Recursos Naturales de una manera integral, mediante la implementación de técnicas como cultivos agroforestales, conservación de los suelos y de aguas, establecimiento de huertas sostenibles, manejo de bosques, entre otras, orientadas hacia un mejor uso de la tierra en los minifundios y con ello mejorar paulatinamente la productividad de estos terrenos.

Existe la necesidad de implementar y gestionar los proyectos ante las entidades encargadas del manejo del medio ambiente para fortalecer la conservación de la

biodiversidad, ligada a incentivar y crear mecanismos de desarrollo económico para los habitantes de esta zona de manera que tengan otras alternativas de producción para que no sigan interviniendo el bosque y los recursos naturales sin una planificación concreta y enfocada a un manejo sostenible y la conservación de la biodiversidad.

Es notoria la carencia de gestión por parte de las entidades estatales encargadas de impulsar planes programas y proyectos encaminados en el desarrollo sostenible de las comunidades y sus recursos ambientales, por tal motivo es importante el apoyo por parte de organizaciones como la Corporación Autónoma Regional – CAS, los municipios de la región y demás organizaciones regionales y nacionales.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Formular el plan de ordenación y manejo de la microcuenca El Ramal, en el Municipio de Macaravita Santander.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Hacer la caracterización del medio físico de la microcuenca El Ramal, teniendo en cuenta los principales factores Fisiográficos, Hidrográficos, Hidrológicos, Calidad del agua, administración del recurso hídrico y suelos.

Realizar el diagnóstico del recurso biótico estudiando la fauna y la flora actual en cuanto a su estado de conservación.

Elaborar el diagnóstico socioeconómico de la población objeto de estudio.

Estructurar la línea base del plan de Ordenación y Manejo de la Microcuenca El Ramal en el Municipio de Macaravita.

### 3. MARCO REFERENCIAL

#### 3.1 MARCO TEÓRICO

**3.1.1 Concepto de cuenca hidrográfica.** Es una área biogeográfica y socioeconómica debidamente delimitada, en donde las aguas superficiales y subterráneas vierten a una red natural, mediante uno o varios cauces de caudal continuo o intermitente.

**3.1.2 Partes de una microcuenca<sup>5</sup>.** Para una mejor comprensión de las partes de una microcuenca, esta se debe estudiar de arriba hacia abajo (clasificación vertical).

Área de captación o zona productora de agua: conformada por todas las partes altas de todas las montañas que rodean la microcuenca.

#### 3.1.3 Métodos descriptivos de sistemas hidrográficos

Grado de inclinación.

Curso del río.

Tipo genérico de los ríos.

Clasificación de las cuencas según el destino de las aguas

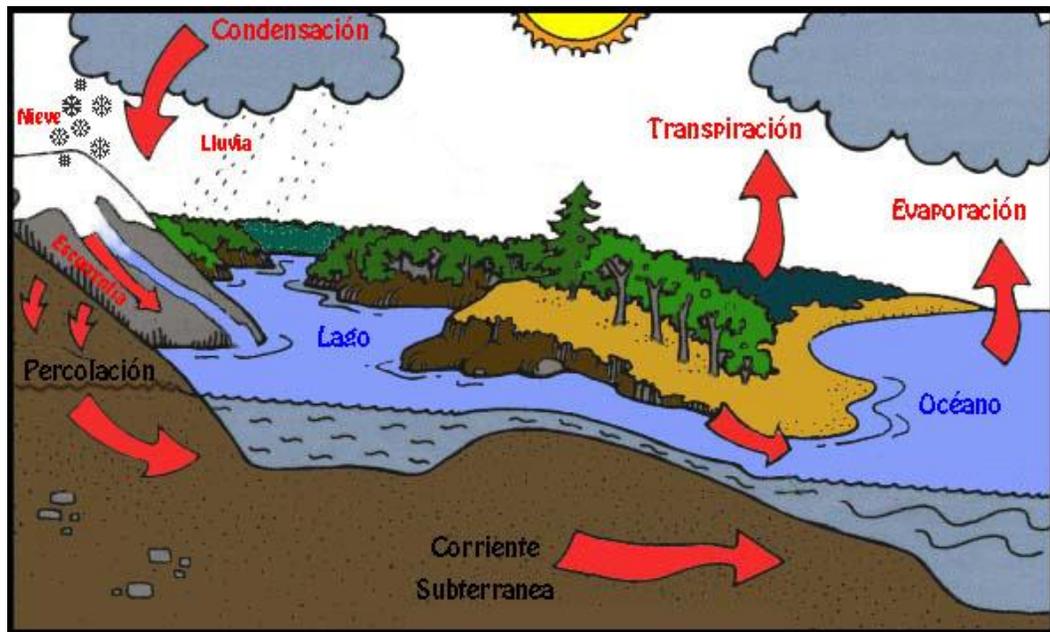
**3.1.4 Ciclo hidrológico.** El ciclo hidrológico no tiene principio ni fin y sus diversos procesos ocurren de manera continua, es en definitiva el movimiento ininterrumpido del agua desde la atmósfera se da bajo la energía proveniente del sol, el cual proporciona la energía para su evaporación, la luna cuyas influencias gravitacionales sobre la tierra, provocadas también por el anterior afectan el

---

<sup>5</sup>Henao Sarmiento, J. E. (1988) Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Santa Fe de Bogotá: USTA, p52 - 54.

equilibrio de las fuerzas terrestres y del propio planeta que su campo gravitatorio, el campo electromagnético y el efecto coriolis controlan el flujo de los vientos. (Figura 1).

**Figura 1. Ciclo hidrológico**



Fuente: <http://www.explora.cl/otros/agua/ciclo2.html>

### 3.1.5 Componentes y etapas del ciclo del agua o ciclo hidrológico.

**Precipitación.** Son las partículas de agua en estado líquido o sólido que caen y alcanzan finalmente la superficie terrestre.

**Intercepción.** Es la lluvia atrapada y retenida por el follaje de los árboles, arbustos y otras especies vegetativas.

**Medición de la Capacidad de Infiltración.** La capacidad de infiltración se determina por medio de infiltrómetros o por medio de hidrógrafos, el resultado se da en milímetros.

**3.1.6 Componentes de una cuenca.** Los componentes de una cuenca hidrográfica son todos los elementos o factores del ambiente natural.

**3.1.6.1 Factores Físicos.** Son los que tienen que ver con el relieve, la corteza terrestre y los elementos naturales que lo modifican. Estos son:

El relieve, la topografía, hidrología, la hidrografía, la geología, la geomorfología, el clima.

**3.1.6.2 Factores biológicos.** El suelo, la vegetación, la fauna, la ecología.

**3.1.6.3 Factores humanos y socioeconómicos.** El elemento fundamental del desarrollo de una cuenca hidrográfica es el ser humano, base de toda la planificación, puesto que él será el beneficiario directo de los planos que se adelanten.

**3.1.6.4 Factores ambientales.** Hasta hace muy poco tiempo en el manejo de cuencas hidrográficas se tenía en cuenta las características biofísicas

**3.1.7 Los suelos en el manejo de cuencas hidrográficas.** La subsistencia del hombre en el campo depende de la conservación y adecuado manejo que haga de los recursos suelo y agua. Estos dos recursos son nuestro mayor capital.

**3.1.8 El hombre y la ordenación.** El manejo adecuado de una cuenca hidrográfica corresponde al uso racional que rehaga de los recursos naturales- agua, suelo, flora y fauna- que existan dentro de sus linderos.

**Aspecto humano.** El hombre agente modificador del régimen de la cuenca.

### **3.1.9 Enfoque sistemático del estudio de las cuencas.**

**Criterios para la Planificación de Cuencas.** Dentro de las condiciones ambientales y para orientar el manejo de una cuenca hidrográfica, se deben tener en cuenta tres consideraciones.

**Consideraciones con una base ecológica.** En ecología existen una serie de principios sobre la planificación ambiental y sus efectos, que podrían citarse, así:

**a.** El eslabonamiento e interdependencia. Los factores del medio ambiente que actúan en un individuo no lo hacen separadamente. Si se cambia un solo factor del medio ambiente, seguirán cambios en la cantidad y calidad de otros factores ambientales y debido a lo intrincado que es todo el medio ambiente se hace difícil, y muchas veces imposible anticipar las acciones.

**b.** La diversidad. El control y equilibrio dentro de un ecosistema, lo da una gran diversidad de especies, la diversidad dentro de una especie provee un caudal genético mayor y por lo tanto un radio más amplio de tolerancia, que podría significar la diferencia entre la sobrevivencia y la extinción de una especie, frente a un cambio ambiental dado.

**c.** Estructura del nivel trófico o cadenas alimenticias. Los niveles tróficos describen el flujo de energía de la luz solar sobre las plantas, luego sobre los consumidores y más tarde sobre los descomponedores, mientras que las cadenas alimenticias describen el flujo de nutrientes y otros materiales a través de los mismos niveles

d. Etapas de sucesión Odum<sup>6</sup> define la sucesión como “El proceso ordenado y predecible de cambios en la comunidad, que modifica el medio ambiente físico y culmina en el ecosistema biológicamente más estable sobre un sitio dado”.

**Estrategias para la planificación de Cuencas.** Una de las mayores limitaciones para una gestión ambiental de cuencas es el logro de compatibilizar los diferentes escenarios de atención en los subsistemas como elementos constitutivos de la cuenca hidrográfica.

**Participación Comunitaria.** La comunidad organizada desde fincas, veredas o corregimientos debe ser muy operativa, de ejecución, de asesoría directa en la cuenca, de acompañamiento en las comunidades rurales dando dirección y ofrecimiento de alternativas de uso, manejo y educación ambiental para el aprovechamiento protector – productor o protector de suelos, agua, vegetación y fauna principalmente.

Respecto a la comunidad de una microcuenca, se deben satisfacer las necesidades humanas, la preservación, defensa y mejoramiento del ambiente y sus recursos naturales, siguiendo las buenas experiencias de entidades que trabajan en el tema.

#### **Aspectos que limitan la participación popular.**

a. Escasez de recursos económicos para desarrollar tareas de protección ambiental a nivel de finca o vereda y que requieren materiales y equipos de elevado costo.

---

<sup>6</sup>Odum P. E. (1993). Ecología, el vínculo entre las ciencias naturales y sociales. México: Continental, p 186 - 206.

- b. Introducción de las actividades técnicas de campo sin antes haber realizado la labor de educación respectiva.
- c. Ausencia de líderes comunales que motiven a las comunidades hacia el trabajo voluntario y multiplicador de acciones en beneficio del medio ambiente.
- d. Ausencia del acercamiento institucional con aplicaciones de medidas sencillas para generar beneficio económico, social y cultural con miras a la conservación de los recursos naturales dentro de un desarrollo con tecnologías económicas y fáciles de aplicar.

**Jerarquización y priorización de las cuencas.** Este concepto hace referencia al nivel de importancia que se da a los diferentes componentes de la cuenca hidrográfica y para cumplir con el propósito, es necesario realizar un Inventario detallado de usuarios y usos actuales y potenciales de los recursos naturales renovables de la cuenca, siempre teniendo en cuenta hacer énfasis en los aspectos relacionados con el recurso hídrico.

**3.1.10 Geología y suelos.** El suelo es uno de los parámetros de mayor peso en un estudio de Ordenamiento Territorial. Su análisis suministra información básica para determinar la potencialidad, aptitud, restricciones y limitantes para el uso múltiple de las tierras.

**Análisis de suelos.** Se realiza un análisis físico del suelo determinando su textura por medio del método de “Uso del tacto en suelos húmedos”; (anexo C, foto 10) la estructura se determina también a través de un método clásico que consiste en identificar la forma de las partículas y su manera de agruparse, ésta puede ser prismática, columnar, bloque, granular, laminar o migajosa.

**3.1.11 Dimensión económica.** La base económica de Macaravita se viene desarrollando alrededor de la agricultura, la ganadería extensiva, (anexo C, foto 5) donde se encontró que el sector agropecuario es el mayor generador de ingresos, de empleo y de alimentos.

El estudio de estas actividades y de otras posibles y recomendables para hacer más eficiente y sostenible la economía municipal, hacen parte del proceso de planeación y ordenamiento territorial municipal

**Actividad agrícola.** La particularidad del análisis de los sistemas de producción con fines de ordenamiento territorial se basa en la clasificación, caracterización y evaluación de la sostenibilidad de los sistemas y tiene tres alcances: contribuir en la zonificación ecológica, contribuir en la evaluación de la aptitud del suelo y sus conflictos y por último, apoyar el análisis de la competitividad de la economía municipal.

**Actividad pecuaria.** La ganadería en Macaravita es una actividad de tipo doméstico, son pocas las fincas ganaderas que llegan a tener más de 20 cabezas, la mayor parte del ganado se encuentra en pequeñas fincas o parcelas donde al lado de los cultivos, el agricultor sostiene de 1 a 5 cabezas, según sus posibilidades.

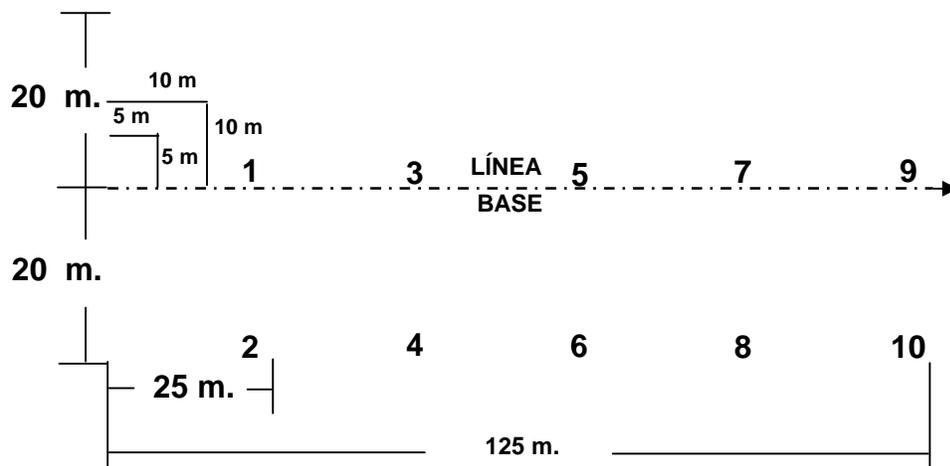
**Participación comunitaria.** La participación comunitaria se da a través de las organizaciones comunales las cuales existen en todos los sectores y veredas del municipio y tienen una amplia participación en todos los proyectos y gestiones de desarrollo local.

El desarrollo de la gran mayoría de los proyectos locales, corresponde a la participación activa de estas organizaciones comunales, toda vez que han venido procurando un mejor bienestar colectivo, requiriendo con sus inquietudes a cada una de las administraciones locales.

**Microcuenca.** Es un área natural en la cual el agua se desaloja a través de un sin número de corrientes, cuyos caudales son recogidos por un colector común, que sirve de eje de la zona. La extensión de una cuenca puede variar desde pocas a miles de hectáreas. Una cuenca está compuesta por un conjunto de quebradas o pequeños ríos que se llaman subcuencas o cuencas tributarias, o sea, las que tienen menor extensión que la principal.

**3.1.12 Análisis estructural de los bosques.** Para analizar la estructura del bosque altoandino y sus procesos dinámicos presentes en cada uno de los predios, se utilizó el “muestreo sistemático en fajas opuestas” (anexo C, fotos 6 y 7) propuesto por MARMILLOD (1982)<sup>7</sup>. Para su implementación se tuvo en cuenta que cada zona boscosa a evaluar debe ser representativa para toda el área (figura 2).

**Figura 2. Método de análisis estructural de bosques propuesto por Marmillod**



Fuente: LAMPRECHT, Hans. Silvicultura en los trópicos. Alemania: Universidad Göttingen, 1990.

<sup>7</sup>Lamprecht, Hans. 1990. Silvicultura en los trópicos/Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas -posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido [online]. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Eschborn, 1990, p 64 - 68. [Consultado Junio 2013] Disponible en: [http://wiki.neotropicos.org/index.php?title=Lamprecht%2C\\_Hans.\\_1990.&action=edit](http://wiki.neotropicos.org/index.php?title=Lamprecht%2C_Hans._1990.&action=edit)

**Índices Convencionales** Estos comprenden las abundancias, frecuencias y dominancias, como índices derivados se obtienen el I.V.I. y el cociente de mezcla (C.M.).

**Abundancias:** Es el número de árboles por especie, se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y relativa (proporción porcentual) (Melo, 1997). La abundancia de una especie arbustiva (DAP < 10 cm) o arbórea (DAP > 10 cm) obedece al número de individuos presente en un área específica; es por tanto una medida de densidad.

La abundancia relativa de una especie corresponde al porcentaje de individuos respecto al total de especies e indica su contribución a la comunidad. Cabe notar que hay una diferencia conceptual entre abundancia y abundancia relativa: una especie con solo 3 ó 4 ind/ha, puede sin embargo representar el 100% de la comunidad, si no hay otros arbustos allí. Por otro lado, la abundancia es un concepto que debe ser atendido en función del tamaño de los individuos: así por ejemplo, en un área con capacidad de desarrollo de 100 brinzales y podría caber solamente un árbol maduro.

**Cuadro 1. Interpretación de abundancias:**

Brinzal	Porte pequeño	Adolescentes	Maduros	Abundancia relativa	Característica
< 100	< 5	< 3	< 2	< 1	Pobre
100 – 200	5 – 10	3 – 5	2 – 3	> 1- 10	Escasa
201 – 300	11 – 15	6 – 8	4 – 5	> 10 – 25	No numerosa
301 – 400	16 – 20	9 – 10	6 – 7	> 25 – 50	Abundante
>400	>20	>10	>7	> 50	Muy abundante/ Dominante

Fuente: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE - CONIF. Manual de métodos y procedimientos, 1999

**Frecuencias:** Es la existencia o falta de una determinada especie en una subparcela, la frecuencia absoluta se expresa en porcentaje (100% = existencia en todas las subparcelas)<sup>8</sup>.

La frecuencia de una especie vegetal arbustiva o arbórea en una parcela particular, corresponde al número de cuadrados en que aparece la especie es entonces un indicativo de que tan común o rara es dicha especie en el área de estudio<sup>9</sup>. La frecuencia relativa de una especie se calcula como el porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies<sup>10</sup>.

**Cuadro 2. Interpretación de Frecuencias:**

Frecuencia relativa %	Característica
> 0 – 20	Rara
> 20 – 40	Ocasional
> 40 – 60	Habitual
> 60 – 80	Frecuente
> 80	Común

Fuente: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE - CONIF. Manual de métodos y procedimientos, 1999

**Dominancias:** También denominada grado de cobertura de las especies, que es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. La suma de las proyecciones de las copas de los individuos de una especie determina su dominancia.

Debido a la compleja estructura vertical de los bosques tropicales, en ocasiones resulta imposible su determinación, por tal razón. Se emplean las áreas basales,

<sup>8</sup>Melo, O. A. et al (1997). Cuantificación de la Diversidad Florística y Análisis Estructural de Ecosistemas Tropicales. Ibagué: Universidad del Tolima, Centro Forestal Tropical, 1997

<sup>9</sup>Ministerio Del Medio Ambiente – CONIF (1999). Manual de métodos y procedimientos: sistema de monitoreo de áreas forestales del Pacífico colombiano - Bogotá, Colombia: Ministerio del Medio Ambiente.

<sup>10</sup>MELO, O. A. et al. Op. Cit.

como sustitutos de los verdaderos valores de dominancia. Este proceso es justificado debido a la alta correlación lineal entre el diámetro de copa y el diámetro de fuste para una especie en particular. Como dominancia absoluta de una especie es definida la suma de las áreas basales individuales, expresada en metros cuadrados<sup>11</sup>.

Esta variable expresada en unidades de superficie (área), está asociada al grosor de la especie y por ello refleja en alguna medida la biomasa o el volumen de madera de dicha especie (Volumen = área media x altura)<sup>12</sup>.

**Índice de Valor de Importancia (I.V.I):** Se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa + frecuencia relativa + dominancia relativa. Con éste índice es posible comparar, el peso ecológico de cada especie dentro del tipo de bosque correspondiente.

La obtención de índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructuras, sitio y dinámica.

En la interpretación de los datos obtenidos, se discuten los resultados relacionando y enfatizando las especies con los mayores registros, así como en aquellas especies con valores inesperados<sup>13</sup>.

**Cociente de mezcla (CM):** Se expresa como la proporción entre el número de especies y el número de individuos totales, así como una primera aproximación de la heterogeneidad de los bosques. Puesto que los valores del CM dependen

---

<sup>11</sup>Ibid.

<sup>12</sup>Ministerio Del Medio Ambiente – CONIF. Op. Cit.

<sup>13</sup>Ibid.

fuertemente del diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, solo deben compararse ecosistemas con muestreos similares<sup>14</sup>.

**3.1.13 Diagnóstico del recurso hídrico.** En la toma de caudales se realizan aforos (anexo C, fotos 8 y 9) con flotadores de icopor utilizando el “Método del área mojada”, mediante el cual se halla el tiempo que tarda el flotador en recorrer una distancia determinada y así conocer la velocidad que alcanza; también se debe conocer el área que ocupa la columna de agua para lo cual se toman profundidades cada 5cm. logrando obtener el área de varias figuras geométricas y determinar el perfil del cauce.

**3.1.14 Listado de especies de fauna reportadas.** El método utilizado en el diagnóstico faunístico permite conocer la densidad (DF) y a la vez conocer la composición de la fauna, en la cual se relacionan los individuos de todas las especies con sus nombres vulgares, nombres científicos y familias.

**3.1.15 Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua<sup>15</sup>.** Los macroinvertebrados son los organismos que han sido utilizados con mayor frecuencia en los estudios relacionados con la contaminación de los ríos, (anexo C, fotos 2 y 3) como indicador de las condiciones ecológicas o de la calidad de las aguas, debidos a que tienen un ciclo de vida largo en comparación con otros organismos, lo que nos permite estudiar los cambios acontecidos durante largos periodos de tiempo (anexo C, foto 4).

---

<sup>14</sup>Melo, O A. et al. Op. Cit.

<sup>15</sup>Roldan Pérez, G. (2002). Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia y el estudio titulado las comunidades bentónicas y periféricas como base para la evaluación de los sistemas hídricos lóticos. Bucaramanga, UIS. snp.

## **Características ecológicas de las comunidades bénticas encontradas en el área de estudio**

**Familia:** Baetidae

**Género:** *Baetis sp*

Características morfológicas: 5.0 – 8.0mm; agallas 1 a 7 segmento, abdominales, uñas con 10 a 20 dientecillos color amarillo parduzco.

Hábitat: Aguas rápidas, debajo de troncos, rocas, hojas y adheridos a la vegetación sumergida. Indicadores de aguas limpias a moderadamente contaminadas.

Sustrato: rocas próximas a las márgenes de la corriente.

Relación trófica: colectores (Machado y Roldan, 1981)

**Familia:** Baetidae

**Género:** *Moribaetis sp*

Características morfológicas: 8.0 – 10.0mm; agallas abdominales 1 a 7 traqueadas; uñas similares a batetis; color amarillento a pardo oscuro.

Hábitat: Aguas rápidas, debajo de troncos, rocas, hojas y adheridos a la vegetación sumergida. Indicadores de aguas limpias frías y oxigenadas

Sustrato: rocas expuestas a alta corriente

Relación trófica: Detritos, algas y tejidos vegetales.

**Familia:** Leptophlebiidae

**Género:** Thraulodes sp

Características morfológicas: 6.0 – 10.0mm; agallas 1 a 7seg, bifurcadas y disminuyendo progresivamente de tamaño; uñas con 6 a 10 dientecillos; color pardo amarillento a pardo oscuro.

Hábitat: Aguas rápidas, debajo de piedras, troncos, hojas. Indicadores de aguas limpias o ligeramente contaminadas.

**Familia:** Perlidae

**Género:** Anacroneuria sp

Características morfológicas: 10.0 – 30.0mm; dos cerci, largas antenas, agallas torcidas en posición ventral y su color puede ser amarillo pálido, parduzco hasta café oscuro o negro.

Hábitat: aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos ramas y hojas; en quebradas con fondos pedregosos. Indicadores de aguas muy limpias y oligotróficas.

Relación trófica: depredador.

**Familia:** Corydalidae

**Género:** Corydalus sp

Características morfológicas: 10.0 – 70.0mm; posee un par de mandíbulas fuertes y por tener un par de propatas anales; su coloración es por lo general oscura.

Hábitat: vive en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida; Indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas,

Sustrato: piedras o paquetes de hojas, en el fondo del cauce lóticos.

Relación trófica: son grandes depredadores.

**Familia:** Naucoridae

**Género:** *Limnocois sp*

Características morfológicas: 5.0 – 10.0mm; amarillo y castaño; márgenes internos de los ojos divergen en su extremo anterior. Meso y metaexterno con una carina longitudinal prominente.

Hábitat: charcas y remansos de ríos y quebradas, adheridos a troncos, ramas y piedras. Algunas especies se entierran en el suelo arenoso de ríos indicadores de aguas oligotróficas. Aguas limpias.

Relación trófica: depredador

**Familia:** Elmidae

**Género:** *Macrelmis sp*

Características morfológicas: Tibia anterior con tomentum uña del tarzo sin prolongaciones basales. Antena por lo general delgada con 10 a 11 segmentos. Abdominales con terminaciones en forma aserrada; color negro. Forma fusiforme.

**Familia:** Leptoceridae

**Género:** *Grumichella sp*

Características morfológicas: 5.0 – 7.0mm; agallas abdominales simples y ramificadas; uñas patas anales con dos dientes curvados; casas cónicas con salientes como anillos.

Hábitat: aguas de poca corriente con fondo arenoso pedregoso. Indicadores de aguas oligo a eutróficas.

**Familia:** Blepharoceridae

**Género:** *Limonicola sp*

Características morfológicas: 7.0 – 8.0mm; pseudopodo dorsal bien desarrollado y proyectado libremente del margen.

Hábitat: Aguas lólicas, cascadas, aguas muy oxigenadas y limpias; indicadores de aguas oligotróficas.

**3.1.16 Análisis sociocultural y económico.** Para realizar el análisis social, económico y cultural de la comunidad de influencia directa con la zona objeto de estudio se aplica una encuesta, la cual recolecta la información acerca de los sistemas productivos, los servicios sociales y ambientales, y los contextos regionales, históricos y familiares.

**1. Matriz DOFA.** El objetivo es evaluar los aspectos socio económico, y diagnosticar la situación de los habitantes de cada uno de los predios, con el fin de poder definir y planear sus acciones. Mediante la información proporcionada, se relacionan las políticas y estrategias para el mejoramiento de calidad de vida y ordenamiento de cada uno de los predios objeto de estudio.

## **2. Calificación de impactos ambientales con la matriz de empresas públicas de Medellín - EPM**

**A) Matriz ambiental de las empresas públicas de Medellín – EPM.** Para hacer un análisis completo de todos los resultados obtenidos durante esta etapa se utiliza la matriz de las empresas públicas de Medellín (EPM), aplicando un seguimiento riguroso a las diferentes variables de evaluación del deterioro de los ecosistemas, como son agricultura, ganadería, aprovechamiento del recurso hídrico, quemas, deforestación, y la caza y pesca indiscriminadas.

**Paso 1.** Desagregación del proyecto en componentes. El primer paso consiste en dividir el proyecto en obras o actividades que requieren de acciones o labores más o menos similares para su ejecución o desarrollo y las cuales se pueden agrupar bajo una misma denominación. Para el caso del proyecto que se va a realizar se han establecido los siguientes componentes para la determinación de impactos:

Agricultura

Ganadería

Alteración del sistema Hídrico

Deforestación, quemas, caza y pesca

**Paso 2.** Identificación de los impactos. Cada diagrama esta compuesto por tres elementos básicos que permiten elaborar el proceso secuencial que identificara todos los impactos. Estos elementos son los siguientes:

**Acción:** Es el conjunto de las actividades, labores o trabajos necesarios para la ejecución o construcción de una componente o para su puesta en operación.

**Efecto:** Es el proceso físico, biótico, social, económico, o cultural que puede ser activado, suspendido o modificado por una determinada acción del proyecto y que

puede producir cambios y alteraciones en las relaciones que gobiernan la dinámica de los ecosistemas.

Impacto: Es el cambio neto o resultado de impactos final (benéfico o perjudicial) que se produce en alguno de los elementos ambientales por causa de los cambios generados por una determinada acción del proyecto.

**Paso 3.** Evaluación de los impactos. Los diagramas de identificación permiten conocer una lista de impactos ambientales que pueden ser generados por un determinado componente, pero no indica nada sobre su significancia y jerarquía. Para ello se propone una expresión o índice denominado “Calificación ambiental” (Ca), obtenido con base en cinco criterios o factores característicos de cada impacto, los cuales se definen de la siguiente manera:

Clase: (C): define el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción del proyecto. Puede ser positiva (P o +) o Negativa (N o –) dependiendo de si mejora o degrada el ambiente actual o futuro.

Presencia (P): Como se tiene la certeza absoluta de que todos los impactos se presenten, la presencia califica la probabilidad de que el impacto pueda darse, se expresa entonces como un porcentaje de la probabilidad de ocurrencia.

Evolución (E): Evalúa la velocidad de desarrollo del impacto, desde que aparece o se inicia hasta que se hace presente plenamente con todas sus consecuencias; se califica de acuerdo con la relación entre la magnitud máxima alcanzada por el impacto y la variable tiempo y se expresa en unidades relacionadas con la velocidad con que se presenta el impacto (rápido, lento etc).

Magnitud (M): Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por una actividad o proceso constructivo u operativo. Los valores de magnitud

absoluta cuantificados o inferidos se transforman en términos de magnitud relativa (en porcentaje) que es una expresión mucho más real del nivel de afectación del impacto, la cual se puede obtener por dos procedimientos:

**La calificación ambiental (ca).** La calificación ambiental es la expresión de la interacción o acción conjugada de los criterios o factores que caracterizan los impactos ambientales y su obtención depende fundamentalmente de la base de información de que se disponga. Para el caso de la evaluación de impactos en la zona tropical, este banco de información es muy pobre, ya que no se dispone de inventarios detallados de los diferentes componentes ambientales o estos son fragmentarios, corresponden a muestras poco representativas o son estimados.

$$Ca = C (P \{aE M + bD\})$$

Donde:

Ca: Calificación ambiental (varía entre 0.1 y 10.0)

C: Clase expresado por el signo + ó - de acuerdo con el tipo de impacto

P: Presencia (varía entre 0.0 y 1.0)

E: Evolución (varía entre 0.0 y 1.0)

M: Magnitud (varía entre 0.1 y 1.0)

D: Duración (varía entre 0.0 y 1.0)

A y b: constantes de ponderación (a+b=10)

Si  $a > b$ : Ca tiende a ser baja

Si  $a < b$ : Ca tiende a ser alta

**Cuadro 3. Rangos y valoración de los criterios de evaluación**

<b>Criterio</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor</b>
Clase	Positivo (+) Negativo (-)	
Presencia	Cierta	1.0
	Muy Probable	0.7 < 1.0
	Probable	0.3 < 0.7
	Poco Probable	0.1 < 0.3
	No Probable	0.0 < 0.1
Duración	Muy larga o permanente: Si es mayor de 10 años	1.0
	Larga: Si es > de 7 años	0.7 < 1.0
	Media: Si es > de 4 años	0.4 < 0.7
	Corta: Si es > de 1 año	0.1 < 0.4
	Muy corta: Si es < de 1 año	0.0 < 0.1
Evolución	Muy rápida: Si es < de 1 mes	0.6 1.0
	Rápida: Si es < de 12 meses	0.6 < 0.8
	Media: Si es < de 6 meses	0.4 < 0.6
	Lenta: Si es < de 24 meses	0.2 < 0.4
	Muy Lenta: Si es > de 7 años	0.0 < 0.2
Magnitud	Muy Alta: Si Mr > 80%	0.8 1
	Alta: Si Mr varía entre 60 y 80%	0.6 < 0.8
	Media: Si Mr varía entre 40 y 60%	0.4 < 0.6
	Baja: Si Mr varía entre 20 y 40%	0.2 < 0.4
	Muy Baja: Si Mr < del 20%	0.0 < 0.2

FUENTE; Empresas Públicas de Medellín

## 3.2 GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

**3.2.1 Delimitación y ubicación de la región.** La región está ubicada en el sector nororiental del país, entre los 5° 42' y 8° 08' de latitud Norte, 72° 26' y 74° 32' de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, tiene una extensión de 3.053.700 hectáreas, distribuidas en 87 municipios y limita al norte con los departamentos de Cesar y Bolívar, por el sur con Boyacá, occidente con Antioquia y por el oriente con Norte de Santander.

**3.2.2 Delimitación y ubicación de la subregión.** La subregión del municipio de Macaravita, está conformada por los municipios que conforman la Provincia de García Rovira: Macaravita, Capitanejo, Carcasí, San Miguel, Enciso, San José de Miranda, Concepción, Cerrito, San Andrés, Molagavita, Guaca y Málaga, los cuales se encuentran ubicados al oriente del departamento entre los 6° 30' y 7° 00' de latitud norte y entre los 72° 24' y 73° 02' de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

**3.2.3 Características generales del territorio municipal.** Macaravita, se encuentra localizado en el extremo sureste de la provincia de García Rovira, al oriente del departamento de Santander. Limita al norte con los municipios de Carcasí, al oriente con el municipio de Chiscas en el departamento de Boyacá, al sur con el municipio de Tipacoque en el departamento de Boyacá y al occidente con los municipios de Capitanejo y San Miguel. El área del municipio es de 110.43Km<sup>2</sup>.

**1. División territorial municipal.** Municipio presenta como división administrativa el sector rural y el perímetro urbano; el sector rural está conformado por 10 veredas (cuadro 4).

**Cuadro 4. División político administrativa del Municipio de Macaravita**

<b>Vereda</b>	<b>Kilómetros cuadrados</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Buena Vista	11.18	10.16
Buraga	13.01	11.83
Huertas	6.18	5.62
Ilarguta	9.66	8.78
Juncal	9.40	8.54
La Palma	4.86	4.42
Llano Grande	8.73	7.94
Pajarito	9.95	9.04
Palmar	23.94	21.76
Rasgon	13.01	11.84
Zona Urbana	0.08	0.07
Total	110.00	100%

Fuente: EOT Municipio de Macaravita

**2. Precipitación.** De acuerdo con los datos de la estación utilizada, se presentan de manera general dos periodos lluviosos intercalados con periodos de tendencia seca; el periodo lluvioso en el primer semestre del año se presenta en los meses de abril y mayo; el segundo periodo se sucede entre los meses de septiembre, octubre y noviembre con máximos de precipitación en el mes de octubre. Los periodos con tendencia seca se presentan, entre los meses de diciembre, enero y febrero (cuadro 5).

**Cuadro 5. Resumen de datos de la precipitación (milímetros mensuales) para el año 2008**

Parámetros	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anuales
Precipitación máxima mensual	74.5	95.7	128.4	221	306	151	133.5	162.5	226.9	260.5	317	94.8	317
Mínima mensual	0.0	0.0	0.6	23.3	76.4	38.2	21	15.4	31.5	78.6	29	1.6	0.0
Promedio mensual	21.2	47.6	61.0	121.2	134.3	78.8	64.9	74.5	117.6	161.5	113.6	42.7	1039

Fuente: IDEAM, Estación de Macaravita.

De manera gráfica se presentan los datos distribuidos en cada uno de los meses del año de la precipitación que se presenta en el municipio, tomando la máxima y mínima mensual y el promedio que se presenta en Macaravita.

**3. Temperatura.** La temperatura en el municipio de Macaravita oscila entre 8°C y 24°C. En el municipio se presentan 3 pisos térmicos, cálido medio y frío, Se enmarca dentro de una zona baja o de clima medio.

En las partes más altas del municipio en las veredas el Palmar, Pajarito e Ilarguta la temperatura Oscila entre menos de 8 y 11°C. En horas nocturnas durante los meses de verano esta temperatura puede bajar a cero grados centígrados, las temperaturas más altas se presentan en las veredas Buraga, Llano Grande y parte baja de las veredas Juncal, Huertas y Rasgón, con una temperatura media mayor a 19°C aumentando en algunos meses del año, en las veredas Buena Vista, Palmar y la parte alta de las veredas Juncal Huertas Y Rasgón la temperatura varía entre 11 y 19°C (cuadro 3).

**Cuadro 6. Zonificación de la temperatura en el Municipio de Macaravita 1994**

Zonificación térmica				
Curva de nivel	Temperatura media anual °C	Área (km²)	Piso térmico	Área total piso térmico (km²)
3550	6 a 8	0.002		
3200	8 a 10	5.43		
2850	10 a 12	26.498		
2550	12 a 14	20.42		
2200	14 a 16	23.43		
1850	16 a 18	17.49		
1550	18 a 20	12.227		
1200	20 a 22	4.50		
850	22 a 24	0.003		
		<b>110.00</b>	<b>Área total del municipio de Macaravita (IGAC)</b>	<b>110.00</b>

Fuente: IDEAM.

**3.2.4 Recurso hídrico.** Para la descripción del recurso hídrico se ha tenido en cuenta la red hidrográfica que cruza o delimita el municipio, la descripción morfométrica de las microcuencas y la hidrodinámica de ellas.

**1. Red de drenaje.** La totalidad del área del municipio pertenece a la hoya hidrográfica del río Magdalena de la cual hacen parte la cuenca del río Chicamocha, en donde desemboca la microcuenca quebrada Los Molinos y la Subcuenca del río Nevado la cual cuenta con 4 microcuencas y una Subcuenca que son, La microcuenca quebrada Los Ortigos, microcuenca quebrada el Ramal, microcuenca quebrada El Palmar, microcuenca quebrada Tachirin y la Subcuenca del río Chiscano. La red hidrográfica de este municipio presenta un desequilibrio hídrico ya que los caudales presentes durante el periodo de lluvias son muy superiores en relación con los caudales durante el periodo seco, lo que ocasiona grandes déficits del recurso durante largos periodos del año y provoca problemas erosivos e inundaciones en invierno.

**Subcuenca del Río Nevado.** El río Nevado nace en el departamento de Boyacá en el parque natural Nevado del Cocuy, del mismo municipio, cuyas zonas de infiltración reciben aguas aportadas por el descongelamiento del hielo del nevado, sus aguas convergen a los municipios de Cocuy, El Espino, Macaravita y Capitanejo; vertiendo sus aguas a la cuenca del Río Chicamocha en la vereda las Juntas del municipio de Capitanejo, a una altura de 1.200m.s.n.m.

**Microcuenca Quebrada El Ramal.** La quebrada El Ramal (Anexo C, foto 1) se encuentra localizada sobre la cabecera municipal, limita al sur con la Subcuenca del Río Nevado, al norte con los municipios de San Miguel y Carcasí, al oriente con la microcuenca de la quebrada El Palmar y al occidente con la microcuenca de la quebrada Los Molinos y Los Ortigos; realiza su recorrido de norte a sur. La quebrada El Ramal nace en el límite del municipio de Macaravita con el municipio de San Miguel, a 3.200m.s.n.m., recorre una longitud de 12.20Km, el área de

influencia de esta microcuenca dentro del municipio es de 27.32Km<sup>2</sup>, que equivalen al 24.83% del área total del municipio; el área total de esta microcuenca pertenece al municipio de Macaravita y cubre parte de las veredas Ilarguta, Pajarito, La Palma, Juncal y Huertas, que después de recorrer estas y de recoger las aguas negras del casco urbano desemboca en el Río Nevado.

Los principales afluentes de esta microcuenca son las Quebradas la Cascada, el Jaguá, El Upal, El Guamito, El Ramal, El Gaqui, La Chorrera, Pajarito y algunas acequias.

### **3.3 MARCO CONCEPTUAL**

**ABIOTICO:** elementos y factores de la naturaleza diferentes a los organismos vivos; parte del medio ambiente, físico y químico, sin vida.

**ACUIFERO:** formación geológica subterránea que contiene agua.

**AFLORAMIENTO:** aparición de una fuente de agua en la superficie de una roca originada por el nivel freático y que da inicio a un afluente secundario.

**AGUAS NEGRAS:** combinación de líquidos o desechos acarreados por agua provenientes de zonas residenciales, escolares, industriales, pudiendo contener agua de origen pluvial, superficial o del suelo.

**ALUVION:** depósito cuaternario que se forma debido a la acumulación de sedimentos transportados por drenajes activos (ríos, quebradas, etc.).

**ARCILLAS:** partículas constitutivas del suelo cuyo diámetro es menor de 0.002cm, constituyen el sistema coloidal donde quedan agrupados las aguas.

**BIOTICO:** relativo a la vida o a la materia viva.

**BOSQUE PRIMARIO:** etapa clímax culminante del proceso de la sucesión vegetal primaria.

**BOSQUE SECUNDARIO:** bosque de condiciones naturales, el cual hace su aparición después de la destrucción total o parcial del bosque primario. Se diferencia del primario por su composición de especies y sus características.

**BRINZAL:** bosque joven; los árboles no exceden de 10cm de diámetro a la altura del pecho y una altura de 1.30mts.

**CADUCIFOLIAS:** vegetal que pierde sus hojas en cierta época del año, debido a que las condiciones del clima no le favorecen.

**CALICATA:** zanja excavada para poder examinar directamente el perfil del suelo y hacer una apreciación de su textura y estructura.

**CARCAVA:** abertura o grietas que se produce por la erosión causada por la acción de las aguas de escorrentía o superficiales en drenajes y su profundidad varía de 5 a 10mts.

**CAUCE NATURAL:** es la faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias y por lecho de los depósitos naturales

**CAUDAL:** cantidad de agua que pasa por un determinado punto de un curso fluvial.

**CLIMA:** conjunto de condiciones atmosféricas y telúricas que caracterizan a una región dada.

**COLUVION:** depósito cuaternario que se forma debido a la acumulación de roca erosionada.

**DIAGNOSTICO:** es un juicio valorativo que se realiza sobre una realidad, con el fin de plantear un problema y resolverlo adecuada y convenientemente.

**DRENAJE:** lugar actual o canal abandonado por donde circulaban aguas de escorrentía superficial.

**ECOLOGIA:** es la ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos con el medio ambiente en el que habitan.

**EROSION:** resultado de la acción de agentes externos como aire, agua, sismos, deforestaciones, etc., sobre la corteza terrestre provocando deslizamientos y acciones de remoción en masa.

**ESPECIES VEDADAS:** son aquellas que por su avanzado deterioro se prohíbe temporalmente cualquier tipo de aprovechamiento económico.

**FOTOINTERPRETACION:** estudio del terreno por medio del análisis de fotografías aéreas.

**GEOMORFOLOGIA:** ciencia de la Geología que se ocupa de las formas del relieve.

**LÉNTICAS:** son las aguas quietas o estancadas sin corrientes evidentes como lagos, lagunas, ciénagas, charcas y otros.

**LIMNÉTICO:** dicese a la región de aguas superficiales alejadas de la orilla.

**LÓTICOS:** se refiere a las aguas con corriente evidente, como la que ofrecen los ríos, riachuelos, y quebradas, importantes por transportar sedimentos nutrientes y organismos a lo largo de un gradiente horizontal.

**MEDIO AMBIENTE:** es el conjunto de condiciones y relaciones en el que sucede la vida de un ser.

**MORFOMETRIA:** forma de la cuenca que influye sobre los escurrimientos y sobre la marcha del hidrograma resultante de una precipitación dada; está definida por tres tipos de parámetros: la forma el relieve y por los relativos a la red hidrográfica.

**MORFOMETRÍA:** forma de la cuenca que influye sobre los escurrimientos y sobre la marcha del hidrograma resultante de una precipitación dada; está definida por tres tipos de parámetros: la forma el relieve y por los relativos a la red hidrográfica.

**PLANIFICACIÓN AMBIENTAL:** planificación que reconoce al medio ambiente como un sistema físico y biológico a considerar en la consecuencia de sus objetivos.

**RANGOS DE TOLERANCIA ECOLÓGICA:** condiciones del medio ambiente que puede tolerar un organismo sin perder su vigor.

**RASTROJO:** estado sucesional temprano de los bosques secundarios; son tan densos que es imposible entrar en ellos.

**RESERVAS FORESTALES:** son aquellas áreas de propiedad pública o privada que se destinan al mantenimiento o recuperación de la vegetación nativa protectora.

**ROBLEDAL:** monte asociado cuya dominación es el Roble.

**THALWEG:** línea imaginaria formada por el conjunto de todos los puntos más bajos de un valle.

**TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (T<sub>c</sub>):** tiempo transcurrido desde que una precipitación cae sobre el punto hidráulicamente más alejado de la salida de la cuenca hasta que dicha precipitación sale de la misma.

### **3.4 MARCO LEGAL**

**Decreto Ley 2811 de 1974.** Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente. Parte XIII, Título 2, Capítulo III. Sobre cuencas hidrográficas.

**Numeral 12 del Artículo 5° y párrafo 3° del artículo 33 de la Ley 99 de 1993:** se crea el Ministerio de Ambiente como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables y se establecen lineamientos para fortalecer el Sistema Nacional Ambiental y fijar las pautas generales para el ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas y demás áreas de manejo especial, al igual que establece la competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible de la ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas ubicadas en el área de su jurisdicción.

**Decreto No.1729 DE 2002**<sup>16</sup>, Cuencas Hidrográficas. En su artículo 17, las fases de todo plan de ordenación y manejo Cuencas hidrográficas. En Colombia la ordenación y manejo de cuencas es entendida como un proceso de planeación en el cual “los datos e información se convierten en decisiones” a través de los

---

<sup>16</sup>IDEAM (2008). Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia [online]. Segunda Versión. Bogotá: IDEAM, 92p. [Consultado junio 2013] Disponible en: <http://corponarino.gov.co/expedientes/documentacion/ayudaa/guiadecuenca 2008.pdf>

Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCHs, y debe contener según el Decreto 1729 de 2002 cinco (5) fases:

- 1) Diagnóstico
- 2) Prospectiva
- 3) Formulación
- 4) Ejecución
- 5) Seguimiento y Evaluación

**Ley 1523 de 2012**<sup>17</sup>, mediante la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, estableció en su artículo 31 que: “Las corporaciones autónomas regionales o de desarrollo sostenible, que para efecto de la presente ley se denominarán las corporaciones autónomas regionales, como integrantes del sistema nacional de gestión del riesgo, apoyarán a las entidades territoriales de su jurisdicción ambiental en todos los estudios necesarios para el conocimiento y la reducción del riesgo y los integrarán a los planes de ordenamiento de cuencas, de gestión ambiental, de ordenamiento territorial y de desarrollo”.

**Decreto 1640 de 2012**, modifica y actualiza la normatividad existente del Decreto 1729 de 2002, *“Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones”*. Esta reglamentación establece la nueva estructura de planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas del país, permitiendo una mayor claridad en el nivel de gestión de las mismas, por parte de las autoridades ambientales competentes y las diferentes entidades y actores responsables de su formulación e implementación y ejecución de sus respectivos instrumentos de planeación, ordenación y manejo.

---

<sup>17</sup>Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013). Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Versión 1.0. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Dirección de Gestión Integral de Recurso Hídrico.

## **4. PROCESOS METODOLOGICOS**

### **4.1 TIPO DE ESTUDIO**

El trabajo es realizado bajo los parámetros de la investigación descriptiva, donde por medio de la recolección de datos en campo, análisis y procesamiento se obtiene una descripción detallada de las fases planteadas como son: Aprestamiento, Diagnóstico, Prospectiva y Formulación.

### **4.2 INTEGRACIÓN DE LA MUESTRA Y OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN**

La población del presente estudio corresponde al municipio de Macaravita ubicado en la subcuenca del río Nevado, la muestra hace referencia al área urbana y rural que abarca la microcuenca El Ramal con una extensión de 27,689 km<sup>2</sup>.

### **4.3 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN, APLICACIÓN Y TABULACIÓN DE DATOS**

**4.3.1 Fase aprestamiento.** Esta es una fase preparatoria cuyo propósito es construir la plataforma del Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas. Una vez realizado el proceso de priorización de cuencas con criterios e instrumentos documentados y validados por los equipos técnicos de las autoridades ambientales competentes, se inicia la fase con la decisión de la autoridad ambiental o comisión conjunta de adelantar el proceso concertado con los actores sociales en la búsqueda de obtener beneficios mutuos y equitativos.

**4.3.2 Fase de diagnóstico.** Esta etapa está dirigida fundamentalmente a identificar la situación ambiental de la cuenca, con el fin de establecer las potencialidades, conflictos y restricciones de los recursos naturales renovables.

**A) Organización y programación de actividades.** Las actividades de esta primera etapa se basan en la organización de reuniones en las escuelas veredales, capacitaciones, charlas informales y acuerdos con los propietarios de fincas y con la comunidad en general ubicados dentro del área objeto a estudio en el municipio, se dará a conocer en primera instancia los alcances del proyecto, la participación de la comunidad y la programación de actividades.

La obtención de la información secundaria sobre el área de influencia directa se realizó por medio de orientaciones proporcionadas por los propietarios y campesinos conocedores de las zonas. Después se hizo una programación de cada una de las salidas de campo y de las diversas actividades que desarrollaron.

## **B) Recopilación y procesamiento de información**

**Reseña histórica:** Con la ayuda de los propietarios, administradores de las fincas y vecinos de cada una de las zonas se obtuvo información secundaria a cerca de los antecedentes del uso y manejo de los recursos y de la evolución que han tenido estos a través del tiempo y se hizo un recuento sobre los tratamientos a que fue sometido el bosque en el pasado, utilizando encuestas específicas aplicadas en cada finca en las visitas técnicas realizadas (Anexo A).

**C) Elementos del diagnóstico,** El diagnóstico contiene aspectos importantes como:

1). Caracterización del medio físico donde se tiene en cuenta la Fisiografía, Hidrografía, Clima, Hidrología, Calidad del Agua y suelos. 2); Caracterización del medio Biótico, teniendo en cuenta el uso y cobertura del suelo, caracterización de la flora y la fauna, 3); Caracterización de las condiciones socioeconómicas de la población 4); Determinación de los impactos ambientales sobre los recursos naturales renovables, generados por su aprovechamiento en la microcuenca.

### 4.3.2.1 Caracterización del medio físico

#### 4.3.2.1.1 Fisiografía

**Cálculo de áreas:** Se determinó el área de las diferentes zonas que hacen parte de la microcuenca. Posteriormente se elaboró a partir de la información del EOT de Macaravita un mapa base del uso actual del suelo, uso potencial, zonificación, coberturas vegetales teniendo como referencia los datos obtenidos en las visitas, de campo y la información suministrada por la comunidad (Anexo B. Mapas 1, 2, 3 y 4).

**Análisis morfométricos del área de estudio** Este se realizó basado en los parámetros de forma, relieve y red hidrográfica utilizando las diferentes fórmulas y otros factores que afectan la hidrología de la corriente.

**Factor de Forma.** (Kf). Se utilizó el propuesto por Gravellius

$$Kf = a / L$$

Dónde:

a = Ancho promedio

L = Longitud axial

Este factor relaciona la forma de la cuenca con la de un cuadrado, correspondiendo  $Kf = 1$  para regiones con forma cuadrada.

**Curva Hipsométrica:** Para realizarla se llevó a escalas convenientes, la altitud dada en las ordenadas y la superficie de la cuenca, para la cual cada punto tiene cota de al menos igual a esa altitud, en proyección horizontal en las abscisas.

**Elevación media** (método área - elevación)

Los parámetros de relieve y elevación de la microcuenca se determinaron por el método área – elevación, el cual consiste en medir en las cartas topográficas el área abarcada de pares sucesivos de curvas de nivel; es decir, se determinó el área entre una curva de nivel y la siguiente, dicha determinación se hizo con la ayuda de Autocad. Una vez medidas todas las superficies entre las diversas curvas de nivel se empleó la siguiente fórmula:

$$E = \frac{a.e}{A}$$

Dónde:

E = Elevación media

a = Área entre un par de curvas de nivel dado.

e = Altitud media (Rango entre las curvas de nivel)

A = Área de la cuenca.

### **Pendiente media** (método de Alvord)

La pendiente media de la cuenca se determinó por el método de Alvord que considera la cuenca dividida en una serie de áreas de terreno delimitadas por curvas de nivel consecutivas y de igual desnivel entre ellas, para cada franja se utilizó la siguiente fórmula:

$$S_m = \frac{DL \times 100}{A}$$

Donde:

S<sub>m</sub> = Pendiente media

D = Desnivel entre curvas de nivel

L = Longitud total de las curvas de nivel.

A = Área de la cuenca.

**4.3.2.1.2 Diagnóstico del recurso hídrico.** Para determinar la red hídrica de cada zona se hizo una observación directa y se indago sobre la presencia de afloramientos, lagunas, humedales y microcuencas, entre otros. En la toma de caudales se realizaron aforos utilizando el “Método del área mojada”, para el caso de los humedales se tomaron muestras que permitan calcular la cantidad de agua por unidad de área y en las lagunas se determina hallando la profundidad promedio y el área. El uso y manejo del agua se determinó a través de la información suministrada por la comunidad del sector y por inspección ocular. Con esta información se procedió a verificar y actualizar el mapa hidrográfico.

En el aforo se tomaron 3 puntos: A, B, C; para cada punto se procedió así:

En A: Se determinó el punto de referencia a partir del cual se trazaron las distancias aguas arriba (LAA) y aguas abajo (Laa). (Anexo C, foto 13)

Desde LAA se tomó el tiempo que empleó el flotador (bola de icopor) hasta llegar al punto de referencia (A). Este ejercicio se realizó 3 veces.

A continuación se midió el tiempo que gasta el flotador desde el punto de referencia (A) hasta Laa, igualmente se hacen 3 repeticiones para sacar un promedio

Luego se cambiaran las distancias (LAA y Laa) 3 veces más, y se repetirá nuevamente el ejercicio, obteniendo los nuevos tiempos. De igual forma se efectuó para las secciones B y C. La forma de adquirir los datos para el cálculo de las áreas se hizo así:

Sobre cada una de las secciones A, B y C, se coloca una regla de madera graduada cada cm. en cada uno de estos puntos se procedió a medir la profundidad.

Con los datos obtenidos en la fase de campo, realización de aforos, se pudo graficar el perfil y con este modelo determinaremos el área total haciendo la sumatoria de cada una de las áreas de las figuras trigonométricas que se forman en los puntos donde se tomaron las profundidades.

Una vez tomados estos datos de campo se procedió a calcular los promedios de los tiempos, las áreas, determinar velocidades y caudal.

**Usos actuales y potenciales del recurso hídrico.** Inventario detallado de usuarios y usos actuales y potenciales de los recursos naturales renovables de la cuenca, priorizando lo relacionado con el recurso hídrico. Se llevó a cabo visitas directas a las comunidades y se aplicaron encuestas con el fin de recolectar información primaria, además se tomó como base la información de la Oficina de Planeación Municipal y el Esquema De Ordenamiento Territorial.

#### **4.3.2.1.3 Balance hídrico**

**Evapotranspiración.** Esta se calculó mediante el método propuesto por THORTHWAITE dado por la fórmula:

$$ET = \left( 1.6 \left( \frac{[10 * T]}{\square} I \right) \right)^{\alpha}$$

Se obtuvo teniendo en cuenta la temperatura media de la zona durante el período de estudio a una altura de 1950 m.s.n.m.

$$a: 0.675 \cdot I^3 \cdot 10^{-6} - 0.771 \cdot I^2 \cdot 10^{-4} + 0.01792 \cdot I + 0.49239$$

Esta forma da el valor en cm por lo tanto hay que pasarlo a mm.

**I:** Índice térmico de la zona.

**t:** Temperatura media mensual en grados centígrados.

**4.3.2.1.4 Hidrograma.** Para la elaboración de la hidrógrafa se tomaron datos de varios aguaceros que se consideran representativos escogiendo el que represente el término medio para la zona. Los datos a tomar son precipitación en la parte alta y caudal en la parte baja, en forma sincronizada, estos son los datos que permiten construir el hidrograma.

**Cálculo del Hidrograma unitario.** El hidrograma unitario es un método propuesto por Sherman en 1932 y se denomina unitario puesto que, el volumen de escorrentía bajo el hidrograma se ajusta generalmente a 1cm.

Hidrógrafa de volumen unidad producido por una lluvia directa unitaria, distribuida uniformemente sobre el área de la cuenca en un periodo determinado de tiempo.

Para calcular, graficar y verificar el Hidrógrafa Unitario (HU) de la cuenca se tuvo en cuenta los datos hidrometeorológicos, desarrollándose el procedimiento de cálculo de acuerdo a los pasos siguientes:

Adopción del tiempo Unitario (TU): se tomó un Tiempo de 15 horas (900 Minutos).

Determinación del volumen total precipitado (VTP) en el cuadro 16 se presentan los datos de lluvia correspondientes a la tormenta dato seleccionada para el estudio, la cual dio origen al hidrógrafa dato que se identifica como descarga del cual se dedujo el (HU) de la cuenca, los valores que se presentan responden a los

datos puntuales de la lluvia (pp. en mm.) Por tanto se posee un solo dato por cada intervalo de lluvia.

Volumen total del Hidrograma de escurrimiento directo. Los datos de caudal obtenidos para la crecida producida por la tormenta se encuentran en el cuadro 19. Se realizó la separación del flujo base y la lámina de escurrimiento directo debido a que el HU representa solamente al escurrimiento directo producido por una tormenta.

### **Faces del cálculo del Hidrógrama Unitario.**

A. Separación del flujo base de la escorrentía directa, mediante el trazado de una línea entre el punto que marca el inicio de la escorrentía superficial y el punto de la curva de recesión donde el flujo empieza a ser aproximadamente constante.

Para la realización de la hidrógrafa unitaria o Hidrógrama unitario. El cual representa un Hidrógrama típico para la microcuenca, se obtuvo teniendo en cuenta como primer paso el separar el flujo base de la escorrentía directa para esto se realiza la metodología propuesta por LINSLEY<sup>18</sup>, se escogió esta metodología por regresiones lineales por la forma de la cuenca

Los datos obtenidos en la estación de aforo, antes de la iniciación de la lluvia permiten hacer una regresión lineal del agua subterránea o flujo base, hasta un punto bajo, el punto de inflexión del limbo descendente, posteriormente se realiza otra regresión desde el punto de ascenso máximo del hidrógrama hasta conectarse con la recesión de la curva de descarga (para este punto se tiene en cuenta 1/3 de la descarga después de la recesión.

---

<sup>18</sup>Lisley, Kohler y Paucus (1977). Hidrología para ingenieros, Bogotá: McGraw-Hill, p. 193 - 206.

B. Al obtener la línea de flujo base se calculó la escorrentía directa representada para la diferencia entre la descarga obtenida cada hora y el flujo base calculado teniendo en cuenta regresiones lineales.

C. Se determina la lámina de escurrimiento directa en cm. al multiplicar la escorrentía directa por la duración de la lluvia efectiva en segundos y posteriormente dividir este resultado entre el área de la microcuenca y multiplicar por 100 el resultado para determinar la lámina de escurrimiento en cm.

D. Para la creación de la ordenada unitaria se dividió la escorrentía directa entre la sumatoria de la lámina de agua en el período de tiempo evaluado.

Esta a su vez se grafica para obtener el hidrograma unitario (cuadro 25)

**4.3.2.1.5 Determinación de la calidad del agua por macroinvertebrados.** En la clasificación taxonómica se tuvo en cuenta el análisis bibliográfico de los estudios realizados y así lograr estimar las principales características a partir de las claves encontradas en las obras de Roldan Pérez<sup>19</sup>.

Ubicado el sitio aproximadamente a 100mt. de la junta de cada microcuenca con un río y en el mismo río antes de la junta con una quebrada y después de la junta con otra quebrada, se determinaron las condiciones de nitidez de la corriente y se procedió a la captura de la fauna béntica mediante la utilización de herramientas como la red súbber para aguas corrientes poco profundas que consta de un marco metálico de 900cm<sup>2</sup> obteniendo muestras cuantitativas dicho marco será colocado sobre el fondo de la corriente removiendo el material del fondo quedando atrapados los individuos dentro del nylon, se atraparon los individuos localizados en aguas lentas o corrientes con vegetación marginal para lo cual se utilizó como herramienta la red triangular, con la que se efectuó un barrido a lo largo de las

---

<sup>19</sup>Roldan Pérez G. Op. Cit.

orillas con vegetación siendo este un muestreo cualitativo y por último se recolectó los macro invertebrados residentes en el fondo del lecho utilizando la red de mano, el material que se recolectó se depositó en una bandeja blanca con el fin de distinguir los insectos de la vegetación, piedras y barro.

Con la ayuda de una pinza las muestras se depositaron en tres frascos debidamente marcados dependiendo de las condiciones en que estén los macro invertebrados así:

A) Aguas, rápidas o con mucha corriente (loticos), para lo cual se utilizó la red de mano.

B) Aguas lentas (lenticos) o corrientes con vegetación marginal, utilización de la red triangular (“D – net”)

C) Aguas no muy profundas donde se utilizó la red “Suber”

La separación de los insectos en diferentes frascos dependiendo del sitio en que se encuentren es para facilitar la identificación en el laboratorio, a cada recipiente se le adiciono un 70% de alcohol y cuatro gotas de glicerina esto para mantener blandas y flexibles las estructuras de los organismos y disminuir el tiempo de descomposición.

Se procedió a la identificación de cada muestra tomada en el campo, dicha identificación se realizara valiéndose del microscopio compuesto de 30X de aumento o la lupa de 5X de aumento; teniendo en cuenta sus características físicas y su hábitat, dichas muestras se clasificaron a partir de la clave (Roldan Pérez 2002).

#### 4.3.2.1.6 Caracterización del suelo

**Estabilidad estructural del suelo.** La estabilidad estructural del suelo se tomó un terrón del tamaño de un puño sobre la mano encocada y se sumerge varias veces en un recipiente con agua. Se considera que si se disgrega rápido y fácil enturbiando el agua, indica poca estabilidad si se conserva durante un tiempo y demora en enturbiarse el agua, tiene mediana estabilidad y si no se disgrega fácilmente indica alta estabilidad.

**Para la identificación de características físico–mecánicas** se realizaron las calicatas de 1m\*1m\*1m para determinar el perfil del suelo, teniendo en cuenta parámetros como textura estructura, profundidad efectiva, color.

**El análisis de la textura<sup>20</sup>:** se realizó a cada punto de muestreo tomado la siguiente metodología:

Se comprimió la muestra tratando de formar una bola.

Se Rodó entre las manos para hacer un cordón del tamaño de un cigarrillo.

Se comprimió el cordón entre los dedos para hacer una lámina lo más larga y delgada.

Se encorvo el cordón en forma de anillo.

Se aliso dos veces con una navaja una bola ligeramente seca.

Se froto un pedazo de muestra entre los dedos.

Al finalizar este procedimiento se determino la textura al tacto con suelo húmedo de acuerdo con las siguientes características:

**TEXTURAS:**

**Arenosa (A):** Al comprimirlo con los dedos se siente áspero.

---

<sup>20</sup>Matheus, C. E. et. al (1995). Manual de análisis limnológicas. Brasil: Universidad de Sao Paulo. Centro de Recursos Hídricos e Ecología aplicada, p. 30-32

Arenosa – Franca (AF): Áspero, forma bolas que se desmenuzan fácilmente, mancha ligeramente los dedos.

Franco – Arenosa (FA): Forma bolas poco resistentes, mancha ligeramente los dedos.

Franca (F): Forma bolas resistentes, mancha los dedos pero no forma cinta.

Franco – limosa (FL): Forma bolas que no se rompen y una cinta rizada.

Limosa (L): Talcoso y jabonoso, pero no es pegajoso.

Franco- Arcillo- Arenosa (FArA): Algo pegajoso, plástico y mancha los dedos.

Franco- Arcillosa (FAr): Pegajoso, mancha los dedos, forma bolas resistentes al manipuleo y cintas que se rompen fácilmente.

Franco-Arcillo- Limosa (FArL): Algo plástico, forma una cinta rizada.

Arcillo – Arenosa (ArA): Pegajoso, plástico y áspero.

Arcillo – Limosa (ArL): Suave y liso.

Arcillosa (Ar): Forma bolas firmes, cintas delgadas y firmes.

**4.3.2.1.7 Uso actual del suelo.** Se establece el tipo de cobertura vegetal que posee el suelo, además los principales cultivos que se producen con sus respectivas áreas acceso vial, densidad de población, para esto se utiliza la información suministrada por la comunidad. Esta información se actualizara con fotointerpretación, salidas de campo e información suministrada por los agricultores en el estudio socioeconómico.

Se corroboró la información en campo con la información existente en el municipio y otras instituciones dedicadas a la producción de material geográfico que pueda servir para la identificación (IGAC) y EOT.

#### 4.3.2.2 Caracterización del medio Biótico

##### 4.3.2.2.1 Caracterización de la composición florística

**Análisis estructural de los bosques.** Para analizar la estructura del bosque alto andino y sus procesos dinámicos presentes en cada una de las zonas, se utilizó el “Muestreo Sistemático en Fajas Opuestas” propuesto por Marmillod.

Para su implementación se tuvo en cuenta que cada zona boscosa a evaluar debe ser representativa para toda la finca y se tomara un 10%.

Entre la información dasonómica - silvicultural indispensable se debe tener datos cuantitativos y cualitativos respecto a abundancias, frecuencias, dominancias, índices de valor de importancia, posición sociológica, dinámica de la regeneración, cociente de mezcla, composición florística, relación de frecuencias, abundancias por pisos de copa, índice de complejidad de Holdridge, (anexo C, fotos 11 y 12)

Coeficientes de afinidad de Sørensen y de Lamprech y perfiles del vuelo.

#### Índices Convencionales

Estos comprenden las abundancias, frecuencias y dominancias, como índices derivados se obtienen el I.V.I. y el cociente de mezcla (C.M.). Los índices se calcularon a partir de las siguientes formulas:

#### **Abundancias:**

FÓRMULA:

Abundancia especie i (indiv/0.1 ha.) = individuos especie i

Abundancia relativa de la especie i = (Abundancia especie i / Abundancia total) x 100

Abundancia total = Abundancias de todas las especies

**Frecuencias:** La frecuencia de una especie vegetal arbustiva o arbórea en una parcela particular, corresponde al número de parcelas en que aparece la especie. (Manual De Métodos Y Procedimientos, 99)

FÓRMULA:

Frecuencia especie i = Cuadrados en que se encuentra la especie i

Frecuencia relativa de la especie i = (Cuadrado en que se encuentra la especie i / número total de cuadrados) x 100

**Dominancias:** Esta variable expresada en unidades de superficie (área), está asociada al grosor de la especie. La dominancia relativa se calculo como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje<sup>21</sup>.

La dominancia relativa de cada especie es el porcentaje o aporte de dicha especie en área basal, a la comunidad, estación o parcela.

FORMULA:

Área basal de un ejemplar (m<sup>2</sup>) = circunferencia del tronco al cuadrado (en metros a la altura del pecho) / (4π)

Dominancia de la especie i (m<sup>2</sup> / 0.1 ha.) = Área basal especie i

Dominancia relativa de la especie i = (Dominancia especie i / Dominancia total) x 100

Dominancia total (m<sup>2</sup>) = Dominancia de todas las especies.

---

<sup>21</sup>Melo, O. A. et al. Op. Cit.

**Índice de Valor de Importancia (I.V.I):** Se calculó para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa + frecuencia relativa + dominancia relativa. Con éste índice es posible comparar, el peso ecológico de cada especie dentro del tipo de bosque correspondiente.

El IVI, se calculó con el promedio de los tres parámetros. En ocasiones se hace alusión también al IVIs o IVI simplificado, el cual corresponde al promedio de las abundancias y dominancias relativas.

FORMULA:

IVI de la especie  $i = (\text{Abundancia relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}) / 3$

En la interpretación de los datos obtenidos, se discuten los resultados relacionando y enfatizando las especies con los mayores registros, así como en aquellas especies con valores inesperados. (Manual de métodos y procedimientos, 99)

**Cociente de mezcla (CM):** Se expresó como la proporción entre el número de especies y el número de individuos totales.

**4.3.2.2.2 Composición faunística.** El método utilizado en el diagnóstico faunístico se denomina Relación de Índices Poblacionales, el cual nos permite hacer un estudio numérico de la población y a la vez conocer la composición de la fauna. Por este método se pueden determinar dos índices poblacionales, la población (P) y la densidad faunística (DF).

El índice P se determina trazando una trocha de observación a lo largo de una zona representativa y registrando información cada 100 metros.

$$P = Z * \frac{A}{2*Y*X}$$

Z: número de animales observados

A: área total

Y: distancia promedio de observación

X: longitud de la trocha de observación

Para determinar P, A será igual al área de los terrenos medidos y será 100 metros; X dependerá de la orientación y ubicación de la trocha.

El índice DF se determinó según la siguiente relación:

$$DF = \frac{NE}{CM}$$

NE: número de ejemplares observados

CM: área total ocupada

La composición faunística se conoce identificando los animales observados, para ello en cada toma de datos de campo se registró información de animales encontrados como es la descripción general, huellas, sonido, restos, heces fecales, madrigueras, nidos, entre otros; además se llevara un registro fotográfico de las especies encontradas.

La identificación de los individuos encontrados se inició averiguando los nombres vulgares con un guía de campo y con los campesinos de la región. Luego se analizó la información recuperada y se comparó con reportes de literatura y se hacen consultas profesionales.

#### 4.3.2.3 Caracterización de las condiciones socioeconómicas de la población.

Para realizar el análisis social, económico y cultural de la comunidad de influencia directa con la zona objeto de estudio se aplicó una encuesta, la cual recolecto la información acerca de los sistemas productivos, los servicios sociales y ambientales, y los contextos regionales.

**4.3.2.3.1 Matriz DOFA.** Esta información nos permitió realizar un análisis a través de la matriz DOFA, en la cual se evalúan el factor interno con sus respectivas debilidades y fortalezas y el factor externo con sus oportunidades y amenazas; a estos componentes se les asigna un valor de ponderación dependiendo del estado de deterioro en que se encuentre.

Luego se hace una integración de resultado a través del siguiente cuadro:

**Cuadro 7. Integración de resultados de la matriz DOFA**

	<b>FORTALEZAS ( F )</b> Listado de fortalezas	<b>DEBILIDADES ( D )</b> Listado de debilidades
<b>OPORTUNIDADES ( O )</b> Listado de oportunidades	<b>ESTRATEGIAS F.O.</b> Uso de fortalezas para aprovechar oportunidades	<b>ESTRATEGIAS D.O.</b> Vencer debilidades aprovechando oportunidades
<b>AMENAZAS ( A )</b> Listado de amenazas	<b>ESTRATEGIAS F.A.</b> Usar fortalezas para evitar amenazas	<b>ESTRATEGIAS D.A.</b> Reducir a un mínimo las debilidades y evitar amenazas

Fuente: autor del proyecto

**4.3.2.4 Calificación de impactos ambientales con la matriz de empresas públicas de Medellín - EPM.** Mediante la metodología matriz de empresas públicas de Medellín se calificaron los impactos ambientales sobre los recursos naturales renovables generados por su aprovechamiento en la microcuenca el Ramal, municipio de Macaravita teniendo en cuenta aspectos como:

Impactos generados por el establecimiento de la agricultura

Impactos generados por la acción de la ganadería

Impactos generados por alteración del recurso hídrico

Impactos generados por la transformación del bosque mediante la deforestación y quemas.

**4.3.3 Fase prospectiva.** Con base en los resultados del diagnóstico, se diseñaron los escenarios futuros de uso coordinado y sostenible del suelo, de las aguas, de la flora y de la fauna presentes en la cuenca.

**Análisis Prospectivo.** Incluye el análisis de juego de actores y objetivos, llegando finalmente a la definición de dos escenarios futuros fundamentales en la Cuenca: i. Tendencial, y ii. Deseado. Este último escenario comprende además la formulación de acciones estratégicas para su materialización.

**4.3.4 Fase de formulación.** Con base en los resultados de las fases de diagnóstico y prospectiva se definieron los objetivos, metas, programas, proyectos y estrategias para el Plan de ordenación y manejo de la microcuenca hidrográfica, estas actividades se plantearán dando previamente a conocer a la comunidad a través de capacitaciones-reuniones que se programarán en las escuelas La Palma, Juncal, Pajarito y en el casco urbano.

**4.3.4.1 Objetivos del plan.** Los objetivos del Plan son aquellos resultados que se espera obtener mediante la ejecución de las acciones previstas para solucionar las situaciones problema encontradas en la fase de Diagnóstico en la microcuenca. Se deberá formular un Objetivo General o de Desarrollo, que refleje el impacto deseado del Plan en lo relacionado con el manejo integrado de la cuenca y la administración de sus recursos naturales.

**4.3.4.2 Programas, proyectos y actividades.** Este apartado constituye el corazón del Plan de Manejo, ya que, si bien depende parcialmente de los demás apartados para su ejecución, orienta las acciones necesarias para solucionar las

problemáticas identificadas. Se elaboraron programas y proyectos de acuerdo a los resultados obtenidos en las fases anteriores, de tal manera que sean ejecutados específicamente en cada área estratégica según corresponda y están encaminados a:

1. La protección del recurso hídrico en las áreas estratégicas y su zona de influencia directa.
2. Sistemas productivos sostenibles
3. Fortalecimiento comunitario
4. Propender por un desarrollo sostenible de la microcuenca.
5. Formular alternativas de uso y manejo adecuado de los recursos que permitan mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la microcuenca
6. Fomentar el desarrollo de la microcuenca
7. Promover los nuevos sistemas de producción agropecuaria y forestal.
8. Fomentar entre sus habitantes acción de protección y recuperación de los valores tradicionales y culturales.

**PROGRAMA 1:** conservación, protección, recuperación y restauración ambiental, hídrica y de bosques

**PROGRAMA 2:** capacitación y educación ambiental a la comunidad

**PROGRAMA 3:** Implementación de sistemas de producción sostenible

**PROGRAMA 4:** Organización, participación y fortalecimiento comunitario.

**PROGRAMA 5:** Mejoramiento de la infraestructura de vivienda y de la red vial en el área de influencia.

## **5. ANALISIS DE RESULTADOS**

### **5.1 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población del presente estudio corresponde al Municipio de Macaravita Santander y la muestra hace referencia al área de la Microcuenca El Ramal que consta de 76 familias, ya que en esta se desarrollaron todas las actividades para cumplir los objetivos del presente estudio.

### **5.2 FASE DE APRESTAMIENTO**

Se realizaron reuniones con la comunidad en el salón comunal del municipio de Macaravita, en las cuales se dio a conocer el anteproyecto formulación del plan de ordenación y manejo de la microcuenca El Ramal en las cuales hubo participación de los diferentes sectores sociales del municipio como son campesinos, comerciantes, líderes comunitarios, con la presencia de entidades estatales como la Alcaldía Municipal y sus dependencias y la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS, y en dichas reuniones se suscribió un acuerdo por el cual se conformó la Comisión Conjunta encargada del seguimiento a la aprobación y ejecución del Proyecto, se decide capacitar los líderes comunales y los empleados de la alcaldía ya que poco conocimiento se tiene sobre el tema y este tipo de estudio no se tiene en los programas quinquenales, esto con el objetivo de crear la línea base para la junta administradora de la microcuenca.

En esta fase se hizo una revisión cartográfica con base en lo establecido en el EOT, para delimitar el área de influencia de la zona de estudio.

### 5.3 FASE DE DIAGNOSTICO

**Organización y programación de actividades:** En esta fase se determino todos los aspectos que tienen que ver con las áreas, localización y situación ambiental en general.

#### 5.3.1 Caracterización del medio físico

##### 5.3.1.1 Fisiografía

**Generalidades de la microcuenca El Ramal.** Datos generales de la microcuenca quebrada El Ramal Municipio Macaravita departamento de Santander.

La orientación de la microcuenca aguas abajo es Occidente – Oriente

**Área total (A):** 27,689Km<sup>2</sup>

Por poseer un área igual a 27.689 Km<sup>2</sup>, siendo esta relativamente pequeña se cataloga como microcuenca en el rango de 20 a 100Km<sup>2</sup>.

**Cuadro 8. Generalidades de la microcuenca El Ramal**

Parámetro	Valor
Longitud axial (a):	9.886Km
Longitud del cauce principal:	10.427Km
Perímetro (P):	25.228Km
Ancho máximo (L):	3.898Km
Área de la vertiente mayor:	19.685Km <sup>2</sup>
Área de la vertiente menor:	8.004Km <sup>2</sup>

Fuente: Autor del proyecto

### 5.3.1.1.1 Características morfométricas microcuenca El Ramal

#### a. Parámetros de forma

##### **Ancho Promedio: (AP)**

$$AP = A / \text{Longitud axial} \quad AP = 27.689 \text{Km}^2 / 9.529.88 \text{Km} \quad AP = 2.90 \text{Km}$$

La microcuenca en su área de recepción y canal de desagüe tiene un ancho promedio igual a 2.90Km

##### **Factor de forma (Kf)**

$$Kf = AP / a$$

$$Kf = 2.90 \text{Km} / 9.88 \text{Km} \quad Kf = 0.29$$

El factor de forma igual a 0.29, se deduce que la microcuenca no tiene un alto grado de susceptibilidad a las crecidas siendo menor que 1.

##### **Índice de Gravellius o coeficiente de compacidad (Kc)**

$$Kc = P / (2 \cdot A)$$

$$Kc = 25.228 \text{Km} / (2 \cdot 27.689 \text{Km}^2) \quad Kc = 1.35$$

Corresponde al Kc 1.35 que va de 1 a 1.50, por lo tanto la microcuenca tiene una forma: oval redonda a oval-oblonga, lo que significa que es medianamente susceptible a las crecidas.

##### **Índice de alargamiento (Ia)**

$$Ia = a / L$$

$$Ia = 9.886 \text{Km} / 3.89 \text{Km} \quad Ia = 2.53$$

Por ser el largo más amplio que el ancho máximo en la microcuenca nos demuestra que es un índice asimétrico grande equivalente a 2,53.

Demuestra la microcuenca que es alargada y su forma se asemeja a la de un rectángulo, su Talweg principal es alargado y su red de afluentes forman ángulo pequeño con la red de drenaje principal.

**Índice de homogeneidad (Ih)**

$$I_h = S / S_z$$

$$I_h = 27.689 \text{ Km}^2 / (3.89 \text{ Km} * 9.88 \text{ Km})$$

$$I_h = 0.72$$

Este índice complementa el resultado del análisis que se dedujo por el índice de alargamiento es decir la microcuenca presenta la forma de un rectángulo.

**Índice asimétrico (Ias):** Propuesto por M. Terns

$$I_{as} = A_{v \text{ max}} / A_{v \text{ min}}$$

$$I_{as} = 19.685 \text{ Km}^2 / 8.004 \text{ Km}^2$$

$$I_{as} = 2.45$$

Por ser este índice mayor que la unidad, el Talweg principal no se encuentra en el centro de la microcuenca, presumiéndose un recargo de la red de drenaje hacia la vertiente derecha aguas abajo.

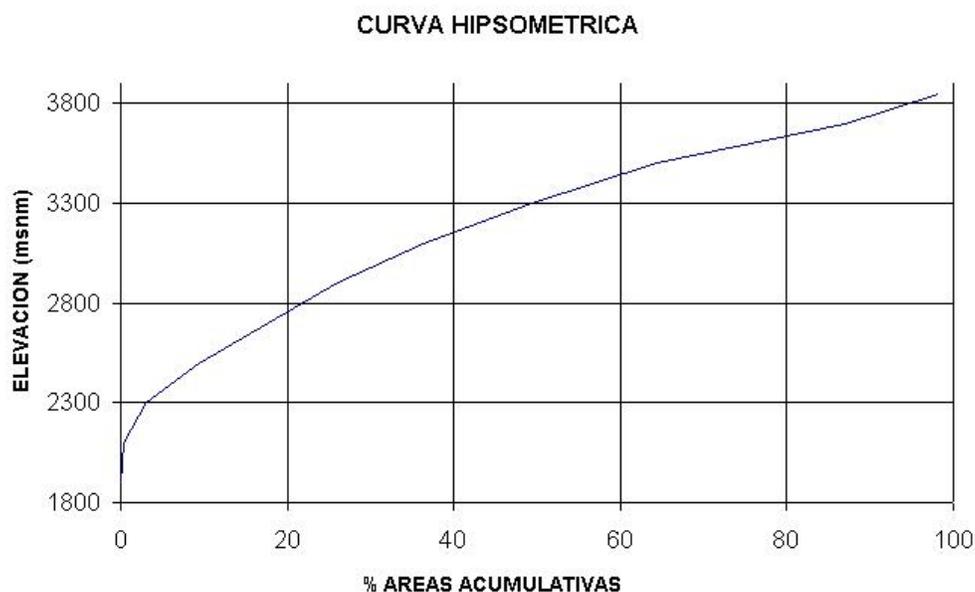
**b. Parámetros de relieve**

**Cuadro 9. Determinación de la curva hipsométrica de la microcuenca**

Cota inferior	Cota superior	Elev. promedio	Área (Km <sup>2</sup> )	% del total	Acumulada
1400	1600	1500	0.12	0.433	0.433
1600	1800	1700	1.006	3.633	4.066
1800	2000	1900	0.508	1.834	5.9
2000	2200	2100	1.29	4.658	10.558
2200	2400	2300	1.025	3.701	14.259
2400	2600	2500	1.7651	6.374	20.633
2600	2800	2700	2.6107	9.428	30.061
2800	3000	2900	4.7278	17.074	47.135
3000	3200	3100	5.2161	18.838	65.973
3200	3400	3300	6.2171	22.453	88.426
3400	3600	3500	3.201	11.560	99.986
			<b>27.689</b>		

Fuente: Autor del proyecto

**Figura 3. Curva hipsométrica.**



Fuente: Autor del proyecto

La Microcuenca posee una mediana de altitud igual a 3076 metros sobre el nivel del mar. La quebrada además contiene mayor área por debajo de la mediana.

## Elevación media

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

**Cuadro 10. Elevación media de la cuenca (método área - elevación)**

Cota inferior	Cota superior	Elev promedio	Area (Km <sup>2</sup> )	Ai * Ei	(Ai * Ei)/A
1500	1700	1600	0.508	27.206	0.982
1700	1900	1800	1.41	75.51	3.728
1900	2100	2000	2.031	4751.88	144.94
2100	2300	2200	1.7651	6834.98	208.48
2300	2500	2400	2.6107	7284.84	118.20
2500	2700	2600	4.7278	10849.02	400.42
2700	2900	2800	5.2161	13295.93	405.56
2900	3100	3000	6.2171	16149.70	292.60
3100	3300	3200	3.201	25922.09	990.68
			<b>27.689</b>	<b>112145.28</b>	<b>2595.59</b>

Fuente: Autor del proyecto

La elevación media para la microcuenca según el método de área elevación es de 2595.59m.s.n.m.

## Pendiente media de la microcuenca (cuadro 11)

$$S_m = \frac{DL \times 100}{A}$$

$$S_m = 0.2\text{Km} * 53.556\text{Km} / 27.689\text{Km}^2$$

$$S_m = 0.387 \quad S_m = 38.7\%$$

**Cuadro 11. Pendiente media de la microcuenca (método de Alvord)**

Curva de nivel	Longitud ( km )
1500	0.259
1700	1.831
1900	2.187
2100	3.358
2300	4.974
2500	7.654
2700	11.199
2900	13.097
3100	8.576
3300	0.421
<b>Total</b>	<b>53.556</b>

Fuente: Autor del proyecto

Esta pendiente nos muestra un relieve muy fuerte (cuadro 10).

**Cuadro 12. Pendiente media de la microcuenca (método de Horton)**

Horizontal	NX	LX (km)	Vertical	NY	LY ( m )	LY (km)
A	3	1.6	1	0	0	0.00
B	12	6.78	2	0	1530	1.53
C	8	0.88	3	2	2537	2.54
D	9	6.55	4	5	3490	3.49
E	5	4.37	5	5	3579	3.58
F	2	3.31	6	4	3878	3.88
G	2	1.44	7	7	4567	4.57
H	2	0.56	8	8	5606	5.61
			9	9	6303	6.30
			10	2	1927	1.93
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>25.42</b>	<b>TOTAL</b>	<b>42.00</b>	<b>33417.00</b>	<b>33.42</b>

Fuente: Autor del proyecto

$$S_x = (N_x * D) / L_x$$

$$S_y = (N_y * D) / L_y$$

$$S_x = (43\text{Km} * 0.2\text{Km}) / 25.42\text{Km}$$

$$S_x = 0.34 \quad S_x = 34\%$$

$$S_y = (42\text{Km} * 0.2\text{Km}) / 33.42\text{Km}$$

$$S_y = 0.25 \quad S_y = 25\%$$

Horton también propone la siguiente fórmula para estimar la pendiente media:

$$S_m = N * D * \sec / L$$

Donde:

$$= 1.57$$

$$N = N_x + N_y$$

$$L = L_x + L_y$$

$$S_m = 68 \text{ Km} * 0.2 \text{ Km} * 1.57 / 58.84 \text{ Km}$$

$$S_m = 0.363$$

$$S_m = 36.3 \%$$

Según la pendiente media en porcentaje si ésta se encuentra del 35% al 50% presenta un relieve muy fuerte (cuadro 12).

**Cuadro 13. Pendiente media del cauce (método Taylor – Schwarz), (método de extremos)**

Pendiente del cauce en %	
Extremos	Taylor
14.94	13.89

Fuente: Autor del proyecto

Los métodos de Taylor – Schwarz como el de los extremos muestran que el grado de inclinación para el cauce principal y mayor longitud es de 13.8 – 14.9 en porcentaje (cuadro 13).

**Cuadro 14. Pendiente media del cauce**

Abscisa	Cota	D – cotas	Li (mt)	Si	Si	Li/ Si
0.0	1800					
44.3	2000	200	244.3	0.4515	0.6719	65.93
1824.6	2200	200	1780.33	0.1123	0.3352	5311.73
3784.9	2400	200	1960.28	0.1020	0.3194	6137.09
4536.6	2600	200	751.71	0.2661	0.5158	1457.34
5850.3	2800	200	1313.64	0.1522	0.3902	3366.66
7217.5	3000	200	1367.26	0.1463	0.3825	3574.88
8877.5	3200	200	1660	0.1205	0.3471	4782.41
10159.3	3400	200	1281.73	0.1560	0.3950	3244.74
			<b>10359.15</b>			<b>31,389.08</b>

Fuente: Autor del proyecto

La pendiente media superficial de esta microcuenca es de 17.67%, es una pendiente fuertemente inclinada, por lo tanto necesita protección a lo largo de todo el cauce, posee una forma oval - redonda a oval - oblonga.

**c. Índices para determinar el relieve de la microcuenca**

**Coeficiente de masividad de Martonne (Cm)**

$$V_c = \frac{27068\text{Km}^2 (3.300-2\text{Km.s.n.m})}{2}$$

$$V_c = 18.11 \text{ km}^3$$

$$H = \frac{18.11\text{km}^3}{27.68\text{Km}^2}$$

$$H = 0.649\text{Km} = 649\text{m}$$

Pero aumentándole el nivel base la altura media de la microcuenca da:

$$= 1700\text{m} + 900649.82\text{m} = 2349.82\text{m}.$$

$$C_m = \frac{0.64982 \text{ Km}}{27.689\text{km}^2}$$

$$C_m = \tan 0.0234$$

$$C_m = 1^\circ 20' 8.59''$$

**Coeficiente orográfico.**

$$C_o = H.tg$$

**d. Parámetros de la red de drenaje**

**Razón de bifurcación o relación de confluencia (Rb) (cuadro 15)**

**Cuadro 15. Razón de bifurcación o relación de confluencia**

Orden dado	Nº de talwegs	Longitud de los talwegs (km)	Orden vs orden	Calculo	Rb
1	10	11.870	1 vs 2	10 / (7-1)	3.3
2	7	15.73	2 vs 3	7 / (2-1)	7
3	2	4.161	3 vs 4	2 / (1-1)	2
4	1	3.079			
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>34.84</b>	<b>Rb de la cuenca</b>		<b>4.1</b>

Fuente: Autor del proyecto

$$Rb = 3.3 + 7 + 2 / 4 = 4.1$$

Este valor de 4.1 traduce que una fuerte potencialidad erosiva y un rápido escurrimiento.

### Densidad de drenaje

$$D_d = \frac{34.84\text{km}}{27.689\text{km}^2}$$

$$D_d = 1.258 \text{ km/km}^2$$

La microcuenca posee una densidad de drenaje de 1.258Km de cauce por Km<sup>2</sup>, significa que por cada km<sup>2</sup> hay 1.25 km de cauce (cuadro 14).

**Cuadro 16. Frecuencia de talwegs (Fx)**

Orden	Numero de talwegs	Fx
1	10	0.361
2	7	0.253
3	2	0.036
4		
Fx cuenca=0.65		

Fuente: Autor del proyecto

Con el resultado obtenido de  $F_x = 0.65$  vemos que la frecuencia de Talwegs. Es baja. Si a esto agregamos el valor de la densidad de drenaje  $1.258\text{Km}/\text{Km}^2$  podemos deducir que la microcuenca El Ramal tiene un nivel bajo en cuanto a drenaje ya que se considera una cuenca como bien drenada, aquella cuya densidad de drenaje sea mayor de  $2.5\text{Km}$  de cauce por  $\text{Km}^2$  y su frecuencia mayor que 1.

### Superficie umbral de escurrimiento (Ao)

$$A_o = 27.689^{1/4} \text{ Km}^2 \quad A_o = 1.943\text{Km}^2$$

Se entiende que para esta microcuenca el área de desalojo para la esorrentía directa corresponde a  $1.943\text{Km}^2$

**5.3.1.2 Precipitación.** Para el análisis de la distribución de la precipitación en el municipio se utilizó información suministrada por el IDEAM de las estaciones meteorológicas ubicada en los Municipios de Capitanejo, Carcasi, Cerrito e información suministrada por el IDEAM del Municipio de Macaravita. De acuerdo con los datos de estaciones utilizadas se presentan dos periodos de alta pluviosidad intercalados con periodos de baja pluviosidad (cuadro 17).

**Cuadro 17. Precipitación mensual de la microcuenca para el año 2008**

Mes	PP (mm)
Enero	30.3
Febrero	63.3
Marzo	34.3
Abril	76.1
Mayo	149.3
Junio	88.8
Julio	68.8
Agosto	70.2
Septiembre	90.2
Octubre	192.3
Noviembre	110
Diciembre	35

Fuente: Autor del proyecto, IDEAM.

El primer periodo de pluviosidad se presenta en los meses mayo y Junio con máximos de precipitación en mes de mayo, y el segundo periodo sucede entre los meses de Septiembre y Octubre. Los periodos con tendencia seca se presentan en el primer semestre del año entre los meses de enero y febrero y en el segundo semestre entre julio y agosto.

La precipitación en la microcuenca se distribuye en 2 períodos, siendo el mes de Octubre el de máxima precipitación con 192.3 y el mes de mínima precipitación es enero con 30.3mm.

En el cuadro 18. Se muestran los datos de precipitación mensual de las estaciones que se emplearon en el cálculo de la precipitación de la microcuenca.

**Cuadro 18. Precipitación mensual de las estaciones año 2008**

<b>Mes</b>	<b>Capitanejo PP. (mm)</b>	<b>Cerrito PP. (mm)</b>	<b>Carcasi PP. (mm)</b>
Enero	15.2	47	38.2
Febrero	39.8	75.2	67.5
Marzo	55.7	62.1	51
Abril	73.4	102.8	121.5
Mayo	101.5	165.3	171.2
Junio	75.7	123.6	137.9
Julio	67.9	97.6	105.4
Agosto	65.3	91.2	94.8
Septiembre	80.7	125.1	131.3
Octubre	108.2	175.2	181.2
Noviembre	95.2	111.2	105.3
Diciembre	30.1	50.2	42.7

Fuente. Autor del Proyecto, IDEAM

**Cuadro 19. Precipitación en milímetros mensual promedio año 2008**

<b>Mes</b>	<b>PP (mm)</b>
Enero	32.37
Febrero	63.35
Marzo	54.3
Abril	90.1
Mayo	149.3
Junio	98.8
Julio	88.8
Agosto	79.2
Septiembre	100.38
Octubre	165.3
Noviembre	110
Diciembre	35

Fuente. Autor del Proyecto, IDEAM

El primer periodo de lluviosidad se presenta en los meses de Mayo y Junio con máximos de precipitación en el mes de Mayo, y el segundo periodo sucede entre los meses de septiembre y Octubre. Los periodos con tendencia seca se presentan en el primer semestre del año entre los meses de enero y febrero y en el segundo semestre entre julio y agosto.

**5.3.1.3 Interceptación.** Para llevar a cabo la estimación de la interceptación de la lluvia en el bosque de (*Quercus humboldtii*) de la microcuenca quebrada el Ramal se tomaron datos en cuatro semanas.

En el cuadro 20 se muestran los datos para el cálculo de la interceptación del bosque de Roble (*Quercus humboldtii*)

**Cuadro 20. Cálculo de la interceptación bosque de roble en temporada de lluvias.**

	PP total (mm.)	PP efectiva (mm.)	Interceptación (mm.)
1. Semana	75.98	53.76	22.22
2. Semana	88.69	69.89	18.80
3. Semana	41.67	31.45	10.22
4. Semana	30.67	22.67	8.00

Fuente: Autor del Proyecto

Esto significa que una fracción importante de la precipitación en los territorios cubiertos de bosque de roble no llega nunca al suelo y por lo tanto no participa dentro de los procesos hidrológicos subsiguientes, en el caso de que dicho factor no sea tomado en cuenta. Tanto el análisis que se haga de los recursos hídricos, como su gestión tienen que contemplar la extensión de bosque alto andino en ésta área del municipio, esto se hace imprescindible en un ámbito tan sensible como es el de los recursos hídricos.

**5.3.1.4 Pruebas de infiltración.** Las pruebas de infiltración fueron tomadas de acuerdo al levantamiento de suelos, el tipo de vegetación y la altura y se realizaron 4 perfiles (anexo c mapa infiltración) perfil 1 fs-SBP que corresponde a la formación vegetal de paramo que va desde 3000 a 3800 m.s.n.m., perfil 2 sn-SA que corresponde a selva andina y que va desde 2400- 3000 m.s.n.m., perfil 3 y 4 VX que corresponde a bosque seco pre montano y que va desde 0 – 2000 m.s.n.m. dicha información se aprecian en los cuadros (21, 22, 23 y 24).

**Cuadro 21. Velocidad de infiltración perfil 1**

Localización: formación vegetal de paramo (3200 m.s.n.m.)	
Tiempo (min)	Infiltración promedio (mm/hr)
0	
5	303
10	217
15	167
20	145
25	90
30	69
35	45
40	39
50	34
60	23
Observaciones: Llenado del cilindro 12cm	

Fuente: Datos de campo.

**Cuadro 22. Velocidad de infiltración perfil 2**

Localización: formación vegetal sn-SA selva andina (2700m.s.n.m.)	
Tiempo (min)	Infiltración promedio (mm/hr)
0	403
10	272
15	109
20	67
25	71
30	42
40	36
50	22
60	17
70	6
Observaciones: llenado del cilindro 11.8 cm	

Fuente: Datos de campo.

**Cuadro 23. Velocidad de infiltración perfil 3**

Localización: formación vegetal Vx bosque seco pre montano (2000m.s.n.m.)	
Tiempo (min)	Infiltración promedio (mm/hr)
0	
5	457
10	289
15	215
20	128
25	89
30	59
35	36
40	29
50	17
60	9
Observaciones: llenado del cilindro 12cm	

Fuente: Datos de campo.

**Cuadro 24. Velocidad de infiltración perfil 4**

Localización: formación vegetal Vx bosque seco pre montano (1800m.s.n.m.)	
Tiempo (min)	Infiltración promedio (mm/hr)
0	
5	389
10	339
15	239
20	169
25	141
30	86
35	57
40	37
50	31
60	17
Observaciones: llenado del cilindro 12cm	

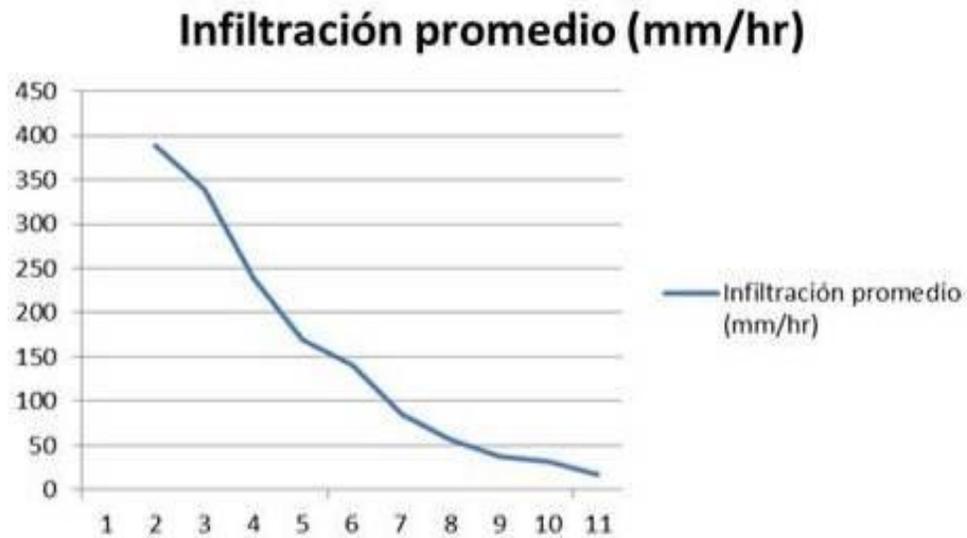
Fuente: Datos de campo.

**Cuadro 25. Promedio Velocidad de infiltración.**

	Localización: formación vegetal Vx bosque seco pre montano (1800m.s.n.m.)	Localización: formación vegetal Vx bosque seco pre montano (2000m.s.n.m.)	Localización: formación vegetal sn-SA selva andina (2700m.s.n.m.)	Localización: formación vegetal de paramo (3200m.s.n.m.)	
Tiempo (min)	Infiltración promedio (mm/hr)	Infiltración promedio (mm/hr)	Infiltración promedio (mm/hr)	Infiltración promedio (mm/hr)	Promedio de infiltración
0					
5	389	457	403	303	<b>388</b>
10	339	289	272	217	<b>279.25</b>
15	239	215	109	167	<b>182.5</b>
20	169	128	67	145	<b>127.25</b>
25	141	89	71	90	<b>97.75</b>
30	86	59	42	69	<b>64</b>
35	57	36	36	45	<b>42</b>
40	37	29	22	39	<b>30.5</b>
50	31	17	17	34	<b>22</b>
60	17	9	6	23	<b>13.75</b>
<b>PROMEDIO</b>					<b>124.7</b>

Fuente: Datos de campo.

**Figura 4. Determinación de la curva hipsométrica**



Fuente: Datos de campo.

La clasificación de la velocidad de infiltración en cm/hora propuesta por MONTENEGRO H, MORENO D, 1985. Modelos de predicción de la Infiltración en los suelos de la parte plana de la sabana de Bogotá, se utilizó como base para la interpretación de los datos obtenidos en cada una de las pruebas.

- Grupo A: Velocidad de infiltración muy rápida mayor a 25.4cm./h
- Grupo B: Velocidad de infiltración rápida 12.7 – 25.4cm./h
- Grupo C: Velocidad de infiltración moderada 2.0 – 12.7cm./h
- Grupo D: Velocidad de infiltración lenta 0.1 – 2.0cm./h
- Grupo E: Velocidad de infiltración menor de 0.1cm./h

De acuerdo a los ensayos realizados, las mayores tasas de infiltración se presentaron en las pruebas 3 y 4 (textura franco fina arenosa) con valores de 12.93 y 14.48cm/hr respectivamente. Catalogadas como infiltración rápida, se debe principalmente a la adecuada distribución y tamaño de los poros, la textura y estructura de la capa de materia orgánica presente y la cubierta y en la prueba No. 1 y 2 los valores de infiltración se clasificaron como moderadamente, los valores

registrados en cada una de las pruebas son un indicio de la capacidad de infiltración de la micro cuenca El Ramal, sin embargo, no son valores totalmente aceptables ya que es indispensable que se realicen más pruebas de infiltración y en diferentes épocas. Los promedios calculados presentan valores para la época de verano (cuadro 25).

**5.3.1.5 Balance Hídrico.** El análisis de cambio de los componentes del balance hídrico a nivel de formas de relieve indica que existe presión sobre el recurso hídrico en las zonas bajas de la microcuenca, por otro lado aunque las condiciones hidrológicas regionales se encuentran más o menos igual que hace 15 años es indiscutible que las planicies y las formas tradicionales (piedemontes) presentan un incremento en los valores de escorrentía, los cuales se explican por el incremento de la superficie ocupada por asentamientos humanos, los cuales se asocian principalmente a estas formas de relieve o bien por el uso inadecuado en las zonas de riego (cuadro 26).

**Cuadro 26. Balance hídrico según Thorthwaite**

	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Marz</b>	<b>Abri</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total</b>
<b>ETP</b>	65.0	61.4	60.3	58.9	58.0	59.4	59.9	58.5	59.9	56.5	57.8	59.2	714.9
<b>P.(mm)</b>	32.37	63.35	54.3	90.1	149.3	98.8	88.8	79.2	100.3	165.3	110	35	1066.8
<b>V.R</b>	-32.6	1.95	- 6	31.2	91.3	39.4	28.8	20.65	40.44	108.7	52.2	- 24.2	
<b>R.H2O</b>	-32.6	-30.6	36.6	-5.48	85.8	-46.4	-17.5	3.09	37.35	71.44			
<b>ETR</b>	65.0	61.4	60.3	58.9	58	59.4	59.9	58.5	59.94	56.51	57.8	59.2	
<b>DH</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
<b>E.H2O</b>	-	1.95	-	31.2	91.3	39.4	28.8	20.65	40.4	108.7			

Fuente: autor del proyecto.

Las precipitaciones de febrero, Abril, Mayo, Junio, julio, agosto, septiembre, octubre son mayores comparadas con la cantidad de agua evapotranspirada por tanto se deduce que para este tiempo se mantienen buenas reservas de agua en el suelo y por consiguiente garantiza la recarga hídrica en la micro cuenca.

VR: variación de la reserva ( $PP - ETP$ ) considerando que el valor máximo son 100mm. una vez alcanzado este valor ya no hay variación.

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

$$ETR = P - VR: \text{Evaporación actual real}$$

$$DH = ETP - ETR = \text{Falta o disminución de agua}$$

$$E. H_2O: \text{Exceso de agua} = P - (ETR)$$

De acuerdo con los valores obtenidos de precipitación y evapotranspiración se deduce que en los meses en que la precipitación es superior a la evapotranspiración potencial, la evapotranspiración real coincide con la potencial en los mismos meses. En los meses de Enero y marzo el déficit de agua es causado por la baja precipitación y las altas temperaturas presentándose una evapotranspiración potencial mayor que la precipitación.

El balance hídrico realizado durante el período de estudio no presenta déficit de agua ya que la reserva de agua fue mayor y cubrió la falta de agua para los meses de menor precipitación (cuadro 27).

**Cuadro 27. Evapotranspiración potencial**

Mes	Temperatura °C (2600m.s.n.m.)	Índice de calor	ETP (mm)
Enero	13.2	4.00	65.0
Febrero	12.5	3.785	61.4
Marzo	12.3	3.724	60.3
Abril	12	3.63	58.9
Mayo	11.8	3.57	58.0
Junio	12.1	3.66	59.40
Julio	12.2	3.694	59.94
Agosto	11.9	3.60	58.55
Septiembre	12.2	3.69	59.94
Octubre	11.5	3.482	56.51
Noviembre	11.7	3.497	57.81
Diciembre	12.0	3.740	59.20

Fuente: Autor del proyecto

**Donde**

$$i = \left(\frac{tm}{5}\right)^{1.514}$$

$$I = 36.835$$

$$a = 0.675 \cdot I^2 \cdot 10^{-6} - 0.771 \cdot I^2 \cdot 10^{-4} + 0.01792 \cdot I + 0.49239 = 1.13198$$

Esta fórmula da el valor en cm por tanto hay que pasarlo a mm.

$$ETP = 1.6 \times \left(10 \frac{tm}{I}\right)^a$$

**5.3.1.6 Hidrograma.** Para la elaboración del Hidrograma se tomó datos en tiempo real registrados en un aguacero uniforme en la microcuenca, en esta caso se tomaron datos en Mayo de 2008 por ser un periodo lluvioso, para obtener la precipitación de dicho aguacero y a la vez la toma de caudales en la estación de aforo de la salida de la microcuenca, se tomaron datos del caudal antes, durante y después del aguacero, en la estación de aforo de salida de la microcuenca.

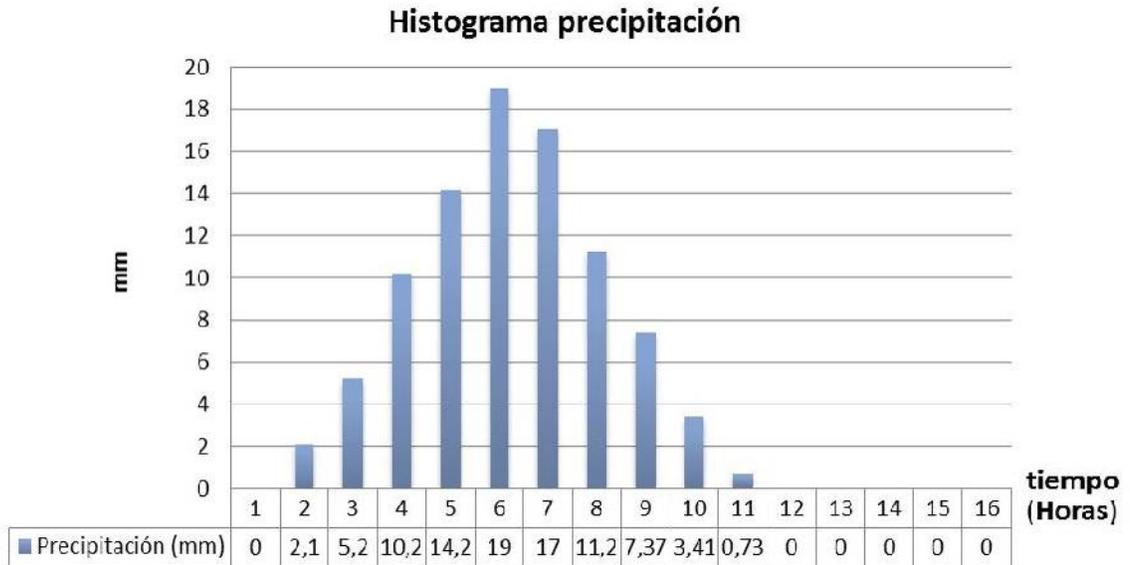
Se elaboró el histograma correspondiente al período del aguacero. Los registros de caudales y el tiempo se grafican para obtener el hidrógrama de la microcuenca (cuadro 28 y figuras 5, 6 y 7).

**Cuadro 28. Cálculo del flujo base y ordenada unitaria**

Tiempo (min)	Precipitación (mm)	Caudal ó descarga (m <sup>3</sup> /s)	Flujo base (m <sup>3</sup> /s)	Escorrentía directa (m <sup>3</sup> /s)	Lámina esc. directa (cm)	Ordenada hidrógrafa unitaria (m <sup>3</sup> /s)	HU de 1 mm
0	0,000	0,492	0,492	0	0	0	0
60	2,098	0,521	0,521	0	0	0	0
120	5,198	0,602	0,534	0,068	0,001	1,19	0,120
180	10,22	0,713	0,543	0,17	0,002	2,97	0,299
240	14,19	0,948	0,552	0,396	0,005	6,92	0,697
300	19,01	1,642	0,561	0,081	0,014	18,90	1,901
360	17,01	1,932	0,57	0,362	0,018	23,81	2,396
420	11,21	0,982	0,567	0,415	0,005	7,25	0,730
480	7,365	0,912	0,564	0,348	0,005	6,08	0,612
540	3,41	0,832	0,561	0,271	0,004	4,74	0,477
600	0,727	0,735	0,559	0,176	0,002	3,08	0,310
660	0,000	0,641	0,558	0,083	0,001	1,45	0,146
720	0,000	0,582	0,557	0,025	0,000	0,44	0,044
780	0,000	0,561	0,556	0,005	0,000	0,09	0,009
840	0,000	0,554	0,554	0	0	0	0
900	0,000	0,553	0,553	0	0	0	0
	<b>90,44</b>				<b>0,057</b>		

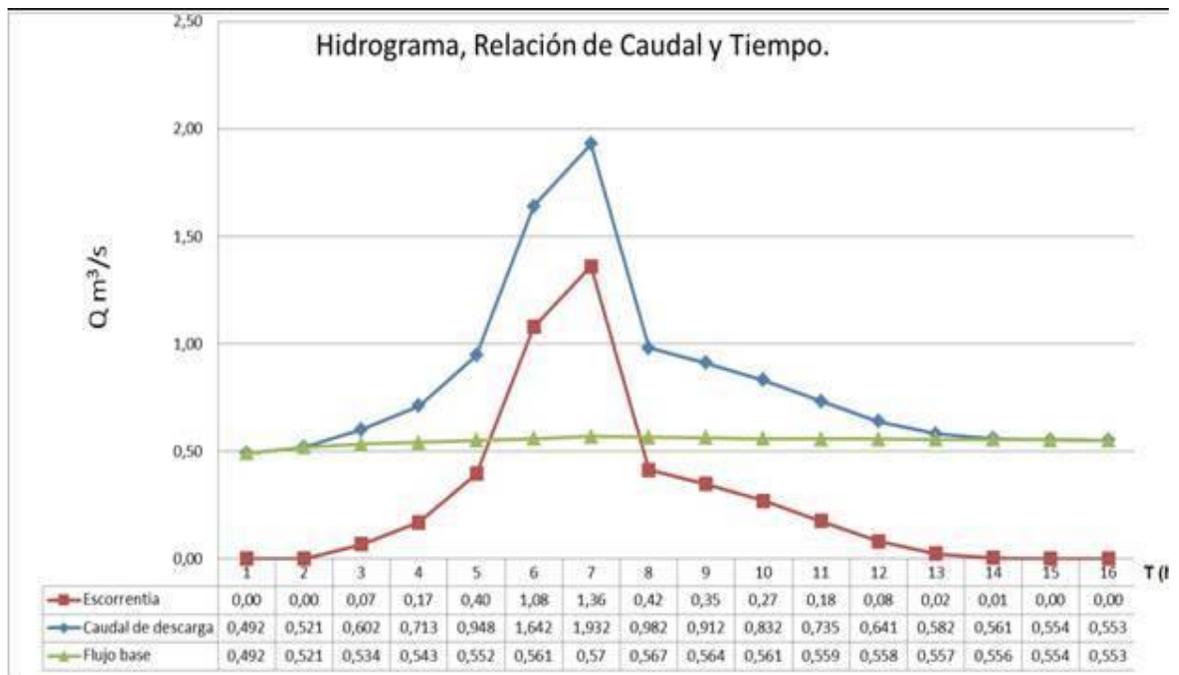
Fuente: Autor del Proyecto

**Figura 5. Histograma relación de la precipitación y tiempo.**



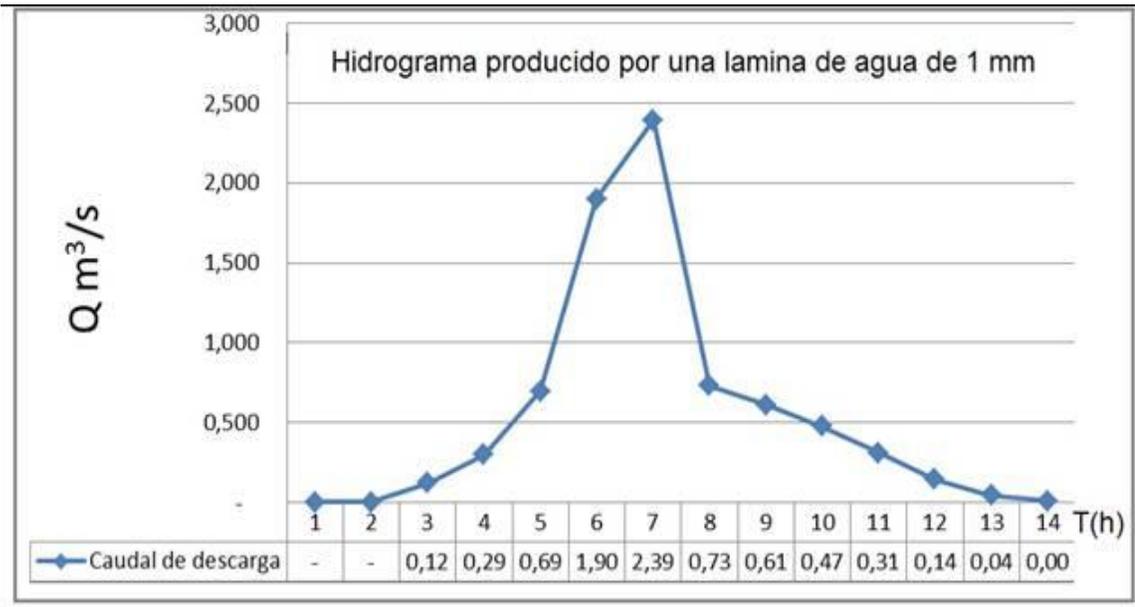
Fuente: Autor del proyecto

**Figura 6. Hidrograma, relación del caudal y tiempo (Horas)**



Fuente: Autor del proyecto

**Figura 7. Hidrograma unitario**



Fuente: Autor Proyecto

El máximo caudal ( $1,932\text{m}^3/\text{s}$ ) en la sección de salida, corresponde al pico o punto más alto del Hidrógrama. Al disminuir la precipitación, se presenta un descenso fuerte, la curva de agotamiento es prolongada, lo cual indica la cantidad de reservas de agua en la microcuenca. Se espera que el caudal máximo se disminuya con buenas prácticas de conservación de suelos ya que el pico de la hidrógrafa es muy agudo por lo tanto hay un tiempo de concentración corto y se demuestra la poca regulación de los caudales.

En la figura 6, solo se puede indicar que el inicio de la escorrentía superficial ocurre transcurrido cierto tiempo después de iniciada la precipitación esto es a los 60 minutos.

Generalmente cuando se alcanza el máximo caudal se inicia el descenso de la curva coincide con el tiempo en el cual la escorrentía superficial cesa hacia el sistema de drenaje.

Otro parámetro que se pudo observar es que la curva de recesión o descenso es alto y representa la capacidad de la microcuenca para regular la salida de agua dentro del sistema, también permite identificar que esta no presenta reservas de agua considerables dentro de su área, por motivos de precipitaciones anteriores y por la de almacenamiento de la misma.

Para el aguacero registrado, la cantidad de lluvia total alcanzo un valor de 90,44mm. Durante el intervalo de 9 horas, del total de la precipitación vemos como 89,87 quedaron dentro de la microcuenca en forma de evaporación transpiración e interceptación más la parte que se infiltro.

La evaluación del hidrograma unitario se obtuvo de la separación de flujo base y la escorrentía directa para así determinar el hidrograma unitario el cual se observa en la figura 6, el flujo base estimado mediante regresiones lineales de un caudal máximo ocurrido dentro del evento de  $0.570\text{m}^3/\text{s}$  al termino de la curva de recesión gráfico con los datos calculados de la ordenadora de la hidrógrafa unitaria se presento el escurrimiento que de una lámina de 0.57 mm en una precipitación efectuada 9 horas, en el área de la microcuenca. La máxima escorrentía se presentó a la 6 hora con un valor de  $2,396\text{m}^3/\text{s}$  coincidiendo con la disminución de la lluvia.

Es importante analizar que la curva de descenso es de muy inclinada, lo que significa que la microcuenca no concentra la escorrentía de tal forma que las probabilidades de avenidas son considerablemente altas.

Las coberturas vegetales juegan un papel importante en el control de la escorrentía directa, donde mayor área de cobertura vegetal exista menor será el caudal pico.

La presencia de cobertura vegetal en la microcuenca implica que el tiempo base también se vea afectado por esta característica, ya que gran parte de la precipitación pasa a ser flujo subterráneo, la presencia de una mayor cantidad de restos vegetales y capas húmicas acumuladas bajo el bosque, permiten que la capacidad de infiltración del agua en esta microcuenca sean altas. Todo lo anterior implica un mayor retraso en la formación de la escorrentía directa de la Hidrógrafa y un menor valor para el tiempo base, con ello se puede concluir que el bosque se constituye en mejor cobertura protectora de los suelos ya que controla la escorrentía superficial, contrarresta la concentración de los caudales y reduce los picos de crecida.

**5.3.1.7 Determinación de la calidad del agua.** Para la identificación de la calidad del agua a partir de los indicadores biológicos de la fauna bentónica es necesario aplicar la metodología propuesta en la clave de Gabriel Roldan Pérez, citada en el respectivo capítulo. Se realizaron dos muestreos ubicados en la parte media de la microcuenca y antes de su desembocadura al río nevado. Con el fin de determinar la calidad del agua a partir de las familias de macroinvertebrados encontrados.

**Identificación Taxonómica de los macroinvertebrados.** En esta etapa de laboratorio fue necesario realizar el tamizado y lavado, (anexo C, foto 15) los organismos se depositaron en un porta objetos con la ayuda de una pinza, seguidamente se observaron con el microscopio con aumentos de 30x, la identificación se realizó con base en la clave de Gabriel Roldan Pérez. Guía Para El Estudio de Macro invertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia.

**Cuadro 29. Resultados obtenidos de las comunidades bentónicas en la parte media de la microcuenca (puente vía principal quebrada Honda)**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero/especie	Individuos
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxia		Sp	4
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis sp</i>	17
				<i>Baetodes sp</i>	23
				<i>Dactylobaetis sp</i>	13
				<i>Moribaetis sp</i>	4
		Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria sp</i>	4
		Neuroptera	Corydalidae	<i>Corydalis sp</i>	11
		Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus sp</i>	11
Trichoptera	Psephenidae	<i>Psephenops sp</i>	4		
		Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i> (larva)	6	
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Planorbidae	Sp	7
Total					104

Fuente: Autor del proyecto

**Cuadro 30. Resultados obtenidos de las comunidades bentónicas encontradas en la parte baja de la microcuenca (en el sitio de confluencia con el río Nevado)**

Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero / Especie	Individuos	
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis sp</i>	8	
				<i>Baetodes sp</i>	13	
				Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina sp</i>
		Neuroptera	Corydalidae	<i>Corydalis sp</i>	33	
				Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris sp</i>
		Coleoptera		<i>Macrelmis sp</i> (adulto)	4	
				Trichoptera	Odontoceridae	Marilia
			Philopotamidae		Chimarra	5
		Aracnoidea	Acari			2
		Mollusca	Gastropoda	Mesogastropoda	Hydrobiidae	Género sin confirmar
Total					94	

Fuente: Autor del proyecto

**Características de las especies recolectadas y su indicador para los todos los muestreos realizados.** Para la calidad del agua de la microcuenca El Ramal, por el método de indicadores biológicos o macroinvertebrados dio como resultado que el agua es limpia a moderadamente contaminadas debido a que se encontró una mayor presencia de las siguientes especies para dicho ecosistema:

Familia: Corydalidae

Género: Corydalis sp

Según el Hábitat esta especie vive en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida: indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas; sustrato: piedras o paquetes de hojas, en el fondo del cauce lóticos.

Familia: Baetidae

Género: Baetis sp

Hábitat: Aguas rápidas, debajo de troncos, rocas, hojas y adheridos a la vegetación sumergida. Indicadores de aguas limpias a moderadamente contaminadas. Sustrato: rocas próximas a las márgenes de la corriente.

**5.3.1.8 Diagnóstico del recurso hídrico.** Oferta hídrica (cuadro 31):

**Cuadro 31. Fuentes de abastecimiento de agua en la microcuenca El Ramal**

Vereda o sector	Fuente o abastecimiento	Observaciones
La palma	Quebrada y manantial	Los habitantes de ésta vereda tienen tomas particulares en quebradas y manantiales.
Juncal	Manantial	Solo se surten 10 familias de un manantial de la parte baja de la vereda la Palma
Casco urbano	Manantial	Su acueducto se surte de agua a de un manantial ubicado en la vereda la Palma
Ilarguta	Manantial	Las instalaciones del acueducto se encuentran en muy malas condiciones, además tiene problemas de sedimentación en la bocatoma, de taponamiento de la red de distribución y deslizamiento en algunos sectores
Huertas	Quebrada y manantial	Está vereda tiene un acueducto que beneficia a 58 usuarios con problemas por la baja presión que presenta el agua el resto de familias tienen tomas particulares
Pajarito	Quebrada y manantial	El acueducto que se surte de la quebrada solo beneficia a 10 familias, el resto de familias se surte de manantiales

Fuente: EOT Municipio de Macaravita

### 5.3.1.9 Caracterización del suelo

**5.3.1.9.1 Uso actual del suelo.** La cobertura de la tierra comprende tanto la vegetación natural hasta todo tipo de construcción para el desarrollo de las actividades del hombre para satisfacer sus necesidades.

En el cuadro 32 de manera general se determinaron las coberturas de uso actuales con respecto al área de la microcuenca.

**Cuadro 32. Uso actual del suelo**

<b>Coberturas uso actual</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Área ha</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>
Bosque natural	B1	243	2,439
Bosque plantado	B2	79	0,791
Cultivo y praderas clima Frio	A1	921	9,216
Cultivo y praderas clima medio	A3	585	5,852
Pastos Zona húmeda	P1	129	1,298
Vegetación de Páramo	Vp	630	6,308
Vegetación xerofítica	Vx	195	1,953
<b>Total</b>			<b>27,86</b>

Fuente: Autor del proyecto

**Cuadro 33. Áreas correspondientes a la clasificación agrologica de la microcuenca el Ramal**

<b>Clase</b>	<b>Asociación</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>
III	Tgcd	0,166
III	Tgde	0,588
III	Atcd	1,555
III	Atde	4,219
III	Cpcd	0,127
IV	Cpde	0,242
VII	Paf, Cpef, Cpf	20,731
VIII	Mc	0,228
<b>TOTAL</b>		<b>27,856</b>

Fuente: Autor del proyecto (Mapa EOT)

**5.3.1.9.2 Textura del Suelo.** En el siguiente cuadro se muestra la clasificación de los suelos de la microcuenca según la metodología de la textura al tacto con suelo húmedo.

**Cuadro 34. Pruebas de textura**

<b>Número de prueba</b>	<b>Textura</b>
Prueba N° 1	Franco arcillosa
Prueba N° 2	Franco arcillosa
Prueba N° 3	Franco arenosa
Prueba N° 4	Franco arenosa

Fuente: Autor del proyecto

Según la prueba de textura los suelos de la micro cuenca el ramal se clasifican de franco arcillosa a franco arenosa, son relieves moderados a fuertemente ondulados y fuertemente quebrados en pendiente de 7, 12, 25 y 50% moderadamente profundos y superficiales, fertilidad natural baja, erosión moderada localizada, reacción moderadamente acida y neutra a ligeramente alcalina. En el campo se determinó la textura aproximada de los suelos, por medio del tacto.

**Estructura y estabilidad estructural:** La estructura del suelo en los 4 perfiles, presenta una agrupación de los granos en forma migajosa, teniendo una permeabilidad baja, facilitando la infiltración.

Fue importante determinar las zonas precisas donde se tomaron las muestras de suelos, en las cuales determinaron el tipo de suelo de la zona de estudio estos sitios se establecieron teniendo cuenta las aerofotografías, analizando el relieve de la zona de acuerdo a sus pendientes, se determinaron de acuerdo al porcentaje de pendiente los sitios donde se tomaron dichas muestras con ayuda de una pala, también se necesito balde, bolsas plásticas limpias, marcadores.

Fue necesario identificar los diferentes tipos de suelos en las fincas donde se tomaron las muestras y los límites que estos suelos tienen dentro del paisaje para definir las unidades de muestreo.

**5.3.1.9.3 Propiedades físico mecánicas del suelo.** La metodología y demás actividades para determinar las propiedades físico mecánicas de los suelos se realizaron en los perfiles 1, 2,3 y 4 (anexo D mapa 4).

**Perfil número 1. Corresponde a la clasificación agrologica CPF Tipo VII.**

Altura: 3200 m.s.n.m.

Temperatura: 10°C

Clima: Frio húmedo

Vegetación: Arbustos, pastizales

Vereda: Llarguta

Uso actual: Ganadería, pastos y papa

Paisaje: Montaña

Tipo de Relieve: Lomas colinas

Relieve: Moderado a fuertemente escarpado

Grado de Pendiente: 25 - 50%

Se recomienda sustituir paulatinamente la ganadería intensiva por actividades que incorporen plantaciones protectoras productoras que beneficien la conservación de los recursos renovables teniendo en cuenta que estas áreas son estratégicas para tal fin.

**Horizonte A:** Textura franco arcillosa, la estructura es de bloques moderados, medios. Presenta un color pardo muy oscuro, con tonalidades oscuras siendo más intensas hacia la parte baja, su profundidad es 0 a 30cm, se observó la presencia de raíces finas y porosidad regular.

**Horizonte B:** Presencia de lutitas calcáreas este horizonte presentó una tonalidad amarilla con visos rojos, textura franco arcillosa, consistencia de número pegajosa pocas raíces finas y presencia de fragmentos de roca, con una profundidad de 35 a 100cm.

**Perfil número 2, Corresponde a la clasificación agrologica CPef Tipo VII.**

Sitio: Los aljibes

Altura: 2900m.s.n.m.

Clima: Frio

Vereda: Pajarito

Paisaje: Montaña

Tipo de relieve: Colinas lomas

Relieve: Moderado a fuertemente ondulado

Grado de Pendiente: 25 - 50%

Temperatura: 12°C

Vegetación Natural: Acacia-pastos

Uso actual: Agricultura, pastos

**Horizonte A:** capa vegetal color pardo oscuro, contextura arcillosa, estructura en bloques, en mojado pegajoso, presenta pocos tinos y raíces finas, su profundidad es de 0 a 30 cm.

**Horizonte B:** color amarillo y varia con tonalidades rojizas, estructura franco arcilloso presentando buena consistencia su profundidad es de 30 a 60cm.

**Horizonte C:** color pardo grisáceo de textura arcillosa, presentado una consistencia en húmedo muy firme, su profundidad se encuentra de 60 a 100 cm.

**Perfil número 3, Corresponde a la clasificación agrologica PAf Tipo VII.**

Sitio: Los ortigos	Altura: 1850m.s.n.m.
Vereda: Juncal	Paisaje: Montaña
Tipo de Relieve: Lomas colinas	Temperatura: 19°C
Relieve: Moderado a fuertemente ondulado	Grado de pendiente: 25 - 50%
Vegetación natural: pastos	Uso actual: Agricultura

**Horizonte A:** suelos formados sobre areniscas, lutitas con textura franca fina y arenosa fina sobre material parental y cascajo capa Vegetal color pardo oscuro, presencia de raicilla, porosidad mediana a fina, contextura franco arenosa, con una profundidad de 0 a 40cm.

**Horizonte B:** Suelos de color pardo grisáceo de apariencia porosa un poco suelta, característico de los suelos con textura franco-arenosa se encuentra después de los 40-65cm.

**Horizonte C:** suelos desarrollados sobre materiales sedimentarios, caliza lutitas y arenisca. La reacción casi neutra El suelo exhibe una tonalidad de color amarillo, textura arcillosa de consistencia en seco dura, es decir presenta un alto grado de

compactación lo cual indica que se encharca con facilidad debido al pobre drenaje. S encuentra después de los 40-65cm.

#### **Perfil número 4, Corresponde a la clasificación agrologica TGcd Tipo III.**

Sitio: el Guazimo	Altura: 1650m.s.n.m.
Vereda: Juncal	Paisaje: Montaña
Tipo de relieve: Lomas colinas	Temperatura: 20 °C
Relieve: Moderado a fuertemente ondulado	Grado de pendiente: 7 - 12%
Uso actual: Rastrojos, cultivos transitorios de maíz, tabaco y pastos.	

**Horizonte A:** Presenta un color es gris oscuro a muy oscuro la textura de bloques subangulares textura franco arenosa, poros medianos, finos y raicillas en menores proporciones, con una profundidad de 0 a 30cm.

**Horizonte B:** El subsuelo es de color amarillento con moteados su color varía de amarillo oscuro a claro con una profundidad de 30 a 90cm.

**Horizonte C:** el subsuelo presenta una capa de gravilla se encuentra después de 95cm., su color varía entre gris claro y gris oscuro, a rojizo.

### **5.3.2 Caracterización del medio Biótico**

#### **5.3.2.1 Composición florística**

**5.3.2.1.1 Análisis estructural de los bosques.** Las variables evaluadas se obtuvieron del bosque natural de Roble ubicado en la parte alta de la vereda Jagui en donde se establecieron 5 transeptos de igual tamaño de dimensiones 20 x 25 m para un total de área de muestreo de 2500m<sup>2</sup>.

**Cuadro 35. Composición florística**

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia
Roble	<i>Quercus humboldtii</i>	FAGACEAE
Encenillo	<i>Weinmannia sp</i>	CUNONNIACEAE
Gaque	<i>Clussia sp</i>	GUTTIFERACEAE
Garrocho	<i>Viburnum triphyllum</i>	CAPRIFOLIACEAE
Cucharo	<i>Rapanea sp</i>	MYRCINACEAE
Guardarocío	<i>Hiperecum sp</i>	GUTTIFERACEAE
Bichachá	<i>Pernettya sp</i>	GRICACEAE
Morcate	<i>Miconia sp</i>	MELASTOMATACEAE
Siete cueros	<i>Tibouchina lepidota</i>	MELASTOMATACEAE
Cedrillo	<i>Phyllanthus sp</i>	EUPHORBIACEAE
Helecho	<i>Trichipteris frigida</i>	CYATHEACEAE
Caléndula	<i>Monochactam bomplandii</i>	
Ovejito	<i>n.n</i>	MELASTOMATACEAE
Moro	<i>Rubus sp</i>	ROSACEAE
Amargozo	<i>Bacharis sp</i>	COMPOSITACEAE
Pipo	<i>n.n</i>	MORACEAE
Loto	<i>Mymaphea alba</i>	NYMFACEAE
Míchigo	<i>Salvia sp</i>	LABRACEAE
Amarillo	<i>Nectandra spp</i>	LAURACEAE
Borrachero	<i>Brugmansia sp</i>	SOLANACEAE
Mano de oso	<i>Oreopanax bogotense</i>	ARALIACEAE
Tuno	<i>Axinaza macrophylla</i>	MELASTOMATACEAE
Chilca	<i>Bacharis latifolia</i>	COMPOSITACEAE
Mortiño	<i>Hesperomeles ferruginia</i>	ROSACEAE
Corono	<i>Xilosma sp</i>	FLACOURTIACEAE
Cordoncillo	<i>Piper bogotense</i>	PIPERACEAE
Raque	<i>Vallea stipularis</i>	ELAEOCARPACEAE
Humadero	<i>Bacharis bogotensis</i>	ASTERACEAE
Romero	<i>Diplostephyum sp</i>	CUNNONIACEAE
Encenillo	<i>Weinmannia tormentosa</i>	POACEAE
Pajonal	<i>Calamagrostis sp</i>	CAPRIFOLIACEAE
Tilo	<i>Sambucus sp</i>	LYCOPODIACEAE
Chilca negra	<i>Bacharis sp</i>	COMPOSITACEAE

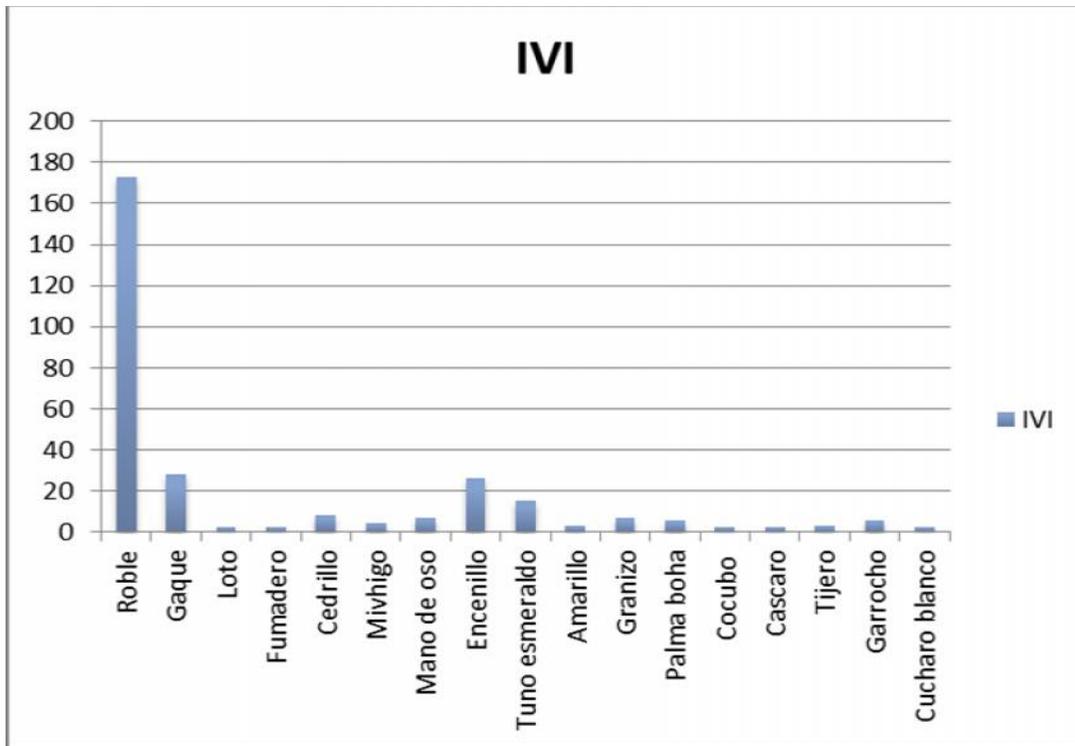
Fuente: Autor del proyecto

**Cuadro 36. Análisis estructural del estrato fustal para el bosque de Roble.**

Nº	Nombre regional	Nº de Parcela	A.AB	A.R (%)	F.A	F.R (%)	D.A	D.R (%)	IVI
1	Roble	10	141	67.79	100	21.28	17.71	83.60	172.67
2	Gaque	9	15	7.21	90	19.15	0.40	1.89	28.25
3	Loto	1	1	0.48	10	2.13	0.010	0.005	2.62
4	Fumadero	1	1	0.48	10	2.13	0.013	0.0614	2.67
5	Cedrillo	2	2	0.96	20	4.26	0.67	3.16	8.38
6	Mivhigo	1	3	1.44	10	2.13	0.249	1.18	4.75
7	Mano de oso	2	4	1.92	20	4026	0.17	0.80	6.98
8	Encenillo	6	20	9.62	60	12.77	0.82	3.87	26.26
9	Tuno esmeraldo	5	6	2.88	50	10.64	0.33	1.56	15.08
10	Amarillo	1	2	0.96	10	2.13	0.05	0.24	3.33
11	Granizo	1	5	2.40	10	2.13	0.48	2.27	6.80
12	Palma boha	2	2	0.96	20	4.26	0.05	0.24	5.46
13	Cocubo	1	1	0.48	10	2.13	0.018	0.08	2.69
14	Cascaro	1	1	0.48	10	2.13	0.016	0.08	2.69
15	Tijero	1	1	0.48	10	2.13	0.117	0.55	3.16
16	Garrocho	2	2	0.96	20	4.26	0.05	0.24	5.46
17	Cuchar blanco	1	1	0.48	10	2.13	0.031	0.15	2.76

Fuente: Autor del proyecto

**Figura 8. Índice y valor de importancia bosque natural vereda Jagui parte alta.**



Fuente: Autor del proyecto

La especie con mayor representatividad en el estrato fustal corresponde al roble, con una abundancia absoluta de 14 individuos que representan un 67.79% de presencia relativa, convirtiéndose en la especie más dominante con un 83,6% de participación, resaltando la homogeneidad ya que la especie se constituye en la más importante, siendo su valor de importancia del 50% entre las demás especies inventariadas. La especie forestal encenillo con una participación del 9.62% se constituye en la especie con mayor asociación y aceptación dentro del bosque inventariado.

La especie con mayor valor de importancia para esta zona es el Roble (*Quercus humboldtti*) hay que tener en cuenta su importancia ya que fue catalogada como vulnerable, debido a que enfrenta de todas formas un moderado riesgo de

extinción o deterioro poblacional a mediano plazo (Cárdenas & Salinas 2007).

**Cuadro 37. Análisis estructural “latizal” para el bosque de roble**

Nº	Nombre regional	Nº parcela	A.AB	A.R (%)	FA	FR (%)
1	Roble	10	68	58.62	100	20.41
2	Tuno roso	7	14	12.07	70	14.29
3	Encenillo	6	8	6.9	60	12.24
4	Michigo	1	1	0.86	10	2.04
5	Humadero	1	1	0.86	10	2.04
6	Tilo	1	1	0.86	10	2.04
7	Morcate	1	1	0.86	10	2.04
8	Amargazo	1	1	0.86	10	2.04
9	Raque	1	1	0.86	10	2.04
10	Garrocho	1	1	0.86	10	2.04
11	Cucharo blanco	1	1	0.86	10	2.04
12	Pipo	1	1	0.86	10	2.04
13	Chilca negra	1	1	0.86	10	2.04
14	Cucharo colorado	2	2	1.72	20	4.08
15	Granizo	2	2	1.72	20	4.08
16	Gaque	4	4	3.45	40	8.16
17	Camarero	2	2	1.72	20	4.08
18	Guamito	1	1	0.86	10	2.04
19	Cacho de venado	1	1	0.86	10	2.04
20	Cedrillo	1	1	0.86	10	2.04
21	Tijero	2	2	1.72	20	4.08
22	Mano de oso	1	1	0.86	10	2.04
	<b>TOTAL</b>		<b>116</b>	<b>100</b>	<b>490</b>	<b>100</b>

Fuente: Autor del proyecto

El análisis muestra una presencia diversa de especies que hacen que el estrato latizal del bosque alto andino sea heterogéneo; el encenillo con frecuencias absolutas que sobrepasan el 50% de participación en el inventario analizado (cuadro 38).

**Cuadro 38. Análisis estructural brinzal para el bosque de roble**

<b>Nº</b>	<b>Nombre regional</b>	<b>A.AD</b>	<b>A.R (%)</b>	<b>Nº parcela</b>
1	Cacho de venado	2	1.14	1
2	Corono	5	2.84	3
3	Tuno roso	9	5.11	4
4	Roble	29	16.48	10
5	Mora silvestre	4	2.27	2
6	Vichacha	65	36.93	7
7	Gaque	3	1.70	1
8	Encenillo	1	0.57	1
9	Cordoncillo	3	1.7	1
10	Tilo	1	0.57	1
11	Cucharo blanco	1	0.57	1
12	Morcate	4	2.27	2
13	Helecho marranero	11	6.25	3
14	Chusque	4	2.27	2
15	Granizo	2	1.14	2
16	Espuela de gallo	3	1.70	2
17	Reventadera	7	3.90	1
18	Cucharo colorado	8	4.55	2
19	Palo negro	1	0.57	1
20	Camarero	8	4.55	2
21	Cortadera	2	1.14	1
22	Pegamoscos	1	0.57	1
23	Raque	2	1.14	1
	<b>TOTAL</b>	<b>176</b>	<b>100</b>	

Fuente: Autor del proyecto

El análisis brinzal muestra la especie rastrera vichacha como la más abundante con un 36.93% de representatividad y que en asocio con la especie roble con 16,48% de representación se constituyen en las especies más representativas del estrato brinzal o de regeneración natural.

### Índice de complejidad de Holdridge “se basa en el análisis estructural fustal”

$$IC = 10^{-3} \times h b d s$$

h = altura media de bosque en mt.

b = área basal de todos los árboles en  $mt^2$

d = Número Total de árboles medidos

s = número de especies arbóreas.

Para obtener h se promediaron las alturas de los 214 árboles del estrato fustal (cuadro 39)

**Cuadro 39. Índice de complejidad de Holdridge**

Altura media del bosque (m)	Área basal del bosque ( $m^2$ )	Número de arboles	Número de especies	Índice de complejidad
14.12	21,069	214	17	1.114,18

Fuente: Autor del proyecto

El índice de complejidad 1.114,18 demuestra que el bosque de la parte alta de la microcuenca el Ramal contiene una estructura florística y diametral definida y compleja, puesto que no existe una diferencia marcada entre las demás reservas y las condiciones climáticas y ecológicas son parecidas (cuadro 40).

**Cuadro 40. Abundancias por pisos de copa**

		Abundancia por Piso de Copa		
		Piso Superior	Piso Medio	Piso Inferior
Roble	181	141	11	29
Gaque	38	15	20	3
encenillo	30	20	9	1
Cedrillo	17	2	15	0
Tuno esmeraldo	15	6	0	9
Granizo	7	5	0	2
Garrocho.	2	2	0	0
Humadero	2	0	1	0
Cucharo Blanco	5	0	3	2
Corono	20	0	18	2
Cuchar colorado	1	0	1	0
Palma boha	3	0	2	1
Tinto	2	0	3	0
Morcate	2	0	2	0
Encenillo	9	0	8	1
Camarero	1	0	1	0
Carne azaho	1	0	1	0
Mano de oso	1	0	1	0
Caño de venado	2	0	0	2
Cortadera	2	0	0	2
Orquidea rastrea	3	0	0	3
Helecho maría	12	0	0	12
Ovejito	10	0	0	10
Vichacha.	65	0	0	65
Chilco paramero	1	0	0	1
Camarero.	8	0	0	8
Espuela de Gallo	3	0	0	3
Tilo	1	0	0	1
raque	2	0	0	2
Trompeto	3	0	0	3
Cordoncillo	5	0	0	5
Trementina	3	0	0	3
Carnito	1	0	0	1
Aguamazo	2	0	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>438</b>	<b>191</b>	<b>74</b>	<b>173</b>

Fuente: Autor del proyecto

Análisis de la composición de especies arbóreas del bosque, incluye todo el muestreo de una hectárea. Este factor hace referencia al número de especies que conforma los tres estratos principales del bosque, y determina la presencia de cada especie en cada piso ya que de la abundancia de estas depende la permanencia del bosque en el largo plazo. La especie roble (*Quercus humboldtii*) con 141 individuos en el piso superior, 11 en el piso medio y 29 individuos en el piso inferior demuestra que tiene abundancia superior en el bosque andino, garantizando estabilidad ecológica. Seguida por especies importantes como el Gaque, Encenillo y Cedrillo.

**Cuadro 41. Cociente de mezcla**

Cociente de Mezcla	Estrato del bosque		
	Fustal	Latizal	Brinzal
	0.081	0.1896	0.1306
Grado	Tendiente a la homogeneidad	Medianamente heterogéneos	Medianamente heterogéneo

Fuente: Autor del Proyecto

### 5.3.2.1.2 Estado sucesional y grado de perturbación del bosque

**Dinámica de la regeneración del bosque.** El tipo de reproducción, la viabilidad de la semilla y diversos factores ambientales tanto bióticos y abióticos como el agua, la temperatura y la luz hace que el establecimiento de nuevas generaciones se haga posible; dentro del análisis estructural brinzal es notorio la presencia de competencias de especies rastreras heliofitas como la caléndula, el vichacha y surruca, hacen que la regeneración de especies esciofitas como el roble, gaque, y el encenillo garanticen la permanencia del bosque. y Dentro de las áreas muestreadas (2500mt<sup>2</sup>), el roble con 29 individuos garantiza la permanencia del bosque a futuro, la heterogeneidad de la muestra en el sotobosque con 23 especies y 176 individuos es una regeneración diversa en los primeros estadios del bosque, ocasionando atraso al desarrollo del bosque primario, una de las

causas detectadas fue la presencia de ataques tanto al follaje (medidor, lepidoptera) y hongos que atacan el fruto al momento de maduración y al tallo.

**Estado sucesional del bosque.** El bosque resalta el establecimiento y permanencia marcada de la especie arbórea roble (*Quercus humboldtii*), convirtiéndose en la especie más importante, con una presencia absoluta en los 3 estratos (fustal 141 individuos, subdosel 68 árboles y en la regeneración natural o sotobosques 29 individuos), que garantizan la existencia de esta especie en las generaciones vegetales futuras del bosque. En orden de importancia las especies forestales de la sucesión secundaria tardía prevalecen y desempeñan un papel importante dentro de establecimiento de la sucesión climax del robledal, dentro de estas se encuentran el gaque (*Clussia sp*) garrocho (*Viburnum triphylum*), encenillo (*Weinmania sp*) y cucharo blanco (*Rapanea sp*).

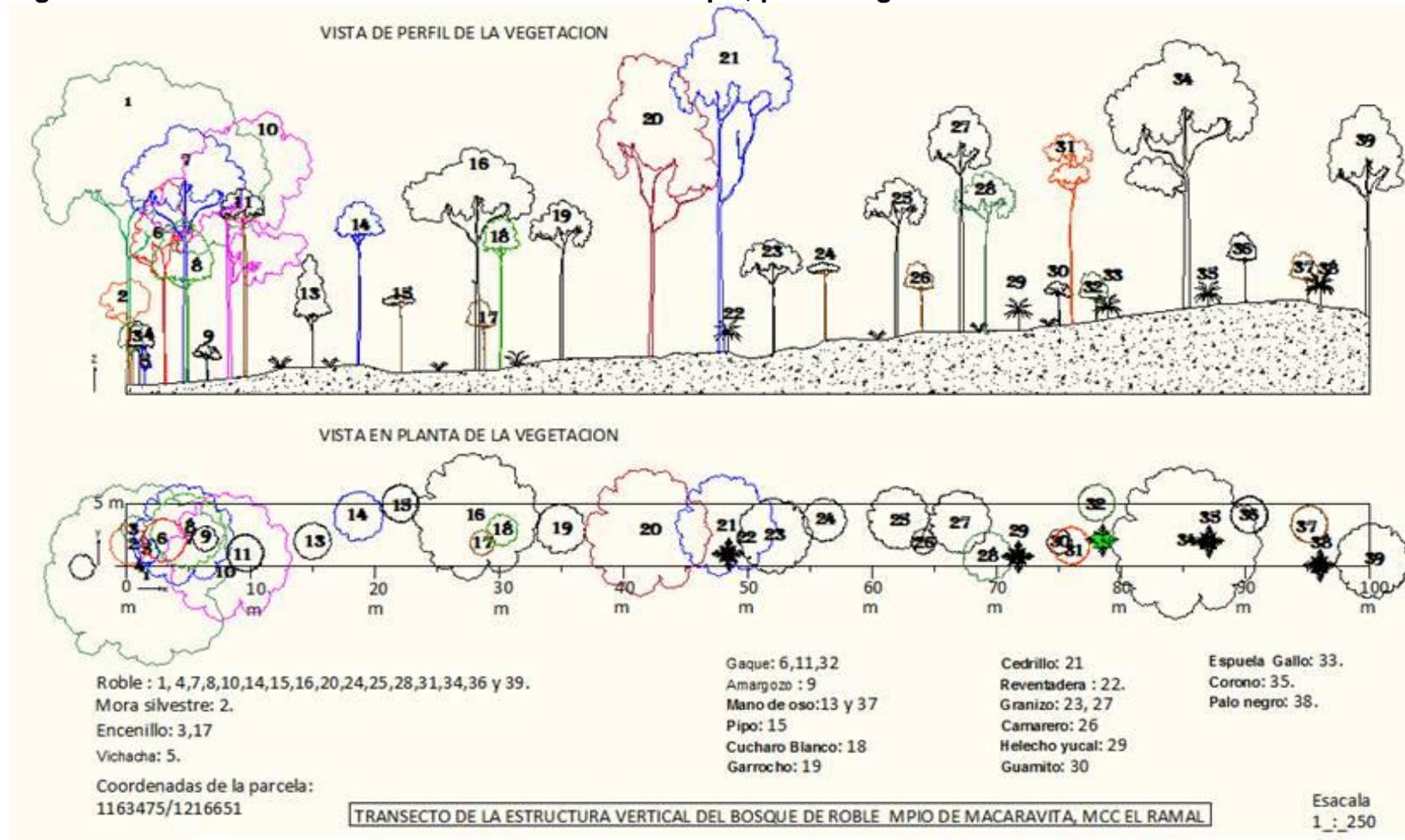
**Estado funcional del bosque.** El bosque de la reserva Pozo Bravo cumple con la función importante de garantizar la permanencia de los recursos nativos de fauna y flora que allí se desarrollan, el bosque se encuentra ubicado a la ribera de la microcuenca el bosque y por ende la función específica y estratégica que ejerce la reserva en la protección del recurso agua y por consiguiente de la microcuenca y los cuerpos hídricos que la abastecen, convierten al Bosque de robledal en un ecosistema frágil, ya que existen relaciones complejas entre los factores suelo, agua, flora, y fauna que interactúan para cumplir funciones ecológicas dinámicas de gran importancia.

**Grado de perturbación del bosque.** El grado de perturbación que ha sufrido el bosque y los cambios naturales que se pudieron detectar, es medio, debido a que el bosque no ha recibido intervención antrópica considerable. (Anexo D, Mapa 3) (Quema y tala), ni agricultura migratoria y el ecosistema estructuralmente se mantiene en un equilibrio dinámico entre las comunidades faunísticas y florísticas. Pero cabe resaltar que estos ecosistemas están siendo amenazados por el

hombre ya que en su afán de expandir sus terrenos de producción destruyen el bosque y fragmenta el hábitat de especies autóctonas ya que el corredor biológico corresponde a estos predios.

**5.3.2.1.3 Evaluación de la estructura vertical del bosque.** Para la formación del bosque de Roble se realizó un diagrama de perfil para los arreglos vertical y horizontal en una parcela de 100 x 5 m de superficie, ubicada en el sentido normal de la pendiente, en esta área se determinó para cada especie sus variables como son: altura total, diámetro de copa, DAP, forma del árbol, bifurcaciones, ubicación espacial, presencia de lianas, pendiente del terreno, y presencia de especies arbustivas. De esta forma se obtiene el diagrama bidimensional representando la estructura tridimensional del bosque (figura 9).

Figura 9. Evaluación de la estructura vertical del bosque, perfil longitudinal



Fuente: Autor proyecto

**Cuadro 42. Perfil longitudinal del bosque**

Nº	Nombre regional	Distancia a Línea madre	Distancia Lateral	Altura total	Dap (cm)	Copa (m)	Observaciones
1	Roble	0.0	3.5	20	205	12	Bifurc 12mt
2	Mora silvestre	0.2	1				Longit.: 4 mt
3	Encenillo	0.5	2	5	19	2	
4	Roble	1	0.0	5	16	1.5	
5	Vichacha	1.8	1.5	4.5			Abundante
6	Gaque	3	2	16	55	3.5	
7	Roble	4.5	2.5	20	125	8	Con Epifitas
8	Roble	4.8	3	13	133	6.5	
9	Amargozo	6.5	2.5	2.8	26	1.5	
10	Roble	8.2	0.8	20	253	10	Con Epifitas
11	Gaque	9.5	1.5	15	52	3	
12	Vichacha	10.2	1.5	0.6			Abundante
13	Mano de oso	15	2	9	48	3	
14	Roble	18.6	3.8	12	60	4	Bifurcado
15	Pipo	22	5	7	23	3	
16	Roble	28	4	18	135	12	Con Epifitas
17	Encenillo	28.2	2	0.4		1	
18	Cuchar Blanco	30	2.5	12	62	2.5	
19	Garrocho	35	3	13	55	4	
20	Roble	42	2.8	23	348	10	Bifurcado
21	Cedrillo	48	3.2	28	269.5	8	
22	Reventadera	48.3	1	0.5			
23	Granizo	52	2.5	9	22	6	
24	Roble	56	4	6.5	30	3.5	
25	Roble	62	3.8	13	98.5	5	
26	Camarero	64	2	3.5	21	1.5	
27	Granizo	67	3.5	18	79.5	2	
28	Roble	69	0.5	13	50.5	2.5	
29	Helecho yucal	72	0.5	1		1.5	
30	Guamito	75	2	3.5	15	2	
31	Roble	76.2	2.8	15	50	3	
32	Gaque	78	5	3.5	40	2.8	
33	Espuela Gallo	79	1	0.4			
34	Roble	85	1.8	21	253	12	Trifurc. 8 mt.
35	Corono	87	2	0.3			
36	Roble	90	3	5.5	45.5	2.8	
37	Mano de oso	95	3.5	3.5	29	3	
38	Palo negro	96	0.0			0.5	
39	Roble	100	0.5	18	155	6.5	Bifur. a 6 mt

Fuente: Autor del proyecto

**Análisis del perfil longitudinal del bosque.** La parcela está ubicada en una zona de vida de bosque montano alto, y a una altura de 3200m.s.n.m, En el municipio de Macaravita.

Se concluye que para este Perfil correspondiente al bosque fragmentado se aprecia una baja densidad para los individuos, a la vez que se encuentran claros marcados dentro del perfil en sus dos vistas y no se distinguen estratos marcados que indique agrupación de especies dominantes, co-dominantes y oprimidas.

### 5.3.2.2 Composición faunística

**Listado de especies de fauna reportadas.** El índice de densidad faunística (DF) se determina según la siguiente relación (cuadro 45):

$$DF = \frac{NE}{CM}$$

NE: número total de individuos observados

CM: área total ocupada por la finca en Has.

**Cuadro 43. Listado de especies de fauna reportadas**

Predio	Fecha	Altura (msnm)	Coordenada	Especies encontradas Nombre Comun
Finca El Refugio Orlado Quintana	15/11/08	3076	1163511, 1215529	Siote, pava, miracielo, guache, fara, tinajo, azulejo, copeton, pata de vaca,
Finca Campo Rico Hely Oviedo	17/11/08	3147	1163475, 1216651	Pava, Siote, miracielo, tinajo, azulejo, copeton,

Fuente: Autor del Proyecto

**Cuadro 44. Composición faunística**

Nombre común	Nombre científico	Familia
Ardilla	<i>Sciurus granatensis</i>	ESCURIDAE
Azulejo	<i>Thraupis episcopus</i>	THRAUPIDAE
Fara	<i>Didelphys marsupiales</i>	DIDELPHIDAE
Guache	<i>Nasua nasua</i>	PROCYONIDAE
Miracielo		
Pata de Vaca		
Siote	<i>Turdus fuscater</i>	TURDIDAE
Tinajo	<i>Agouti paca</i>	AGOUTIDAE

Fuente: Autor del Proyecto

$$DF = \frac{NE}{CM}$$

$$DF = \frac{32 \text{ animales}}{0,156 \text{ Has.}} = 205,13 \text{ animal/Ha. o } 0,020 \text{ animal/m}^2$$

La población faunística de estos ecosistemas está severamente reducida debido a la fragmentación del hábitat que ha puesto en riesgo de extinción a diferentes especies tanto de aves, mamíferos y reptiles, ya que la densidad faunística promedio dentro de la microcuenca es de 205,13 animales por hectárea.

### **5.3.3 Caracterización de las condiciones socioeconómicas de la población.**

Teniendo en cuenta el estudio de la zona y apoyado en las encuestas realizadas se obtuvo el diagnóstico sociocultural, económico y ambiental de las unidades familiares de producción (UFP) en la microcuenca El Ramal, la cual arrojó la información necesaria sobre el núcleo familiar, condiciones de vivienda, servicios públicos, vías de comunicación, disponibilidad y regulación del agua, generalidades de la producción agrícola y pecuaria, disponibilidad y usos de los bosques, mano de obra, entre otros. Además se realizaron 45 entrevistas ver

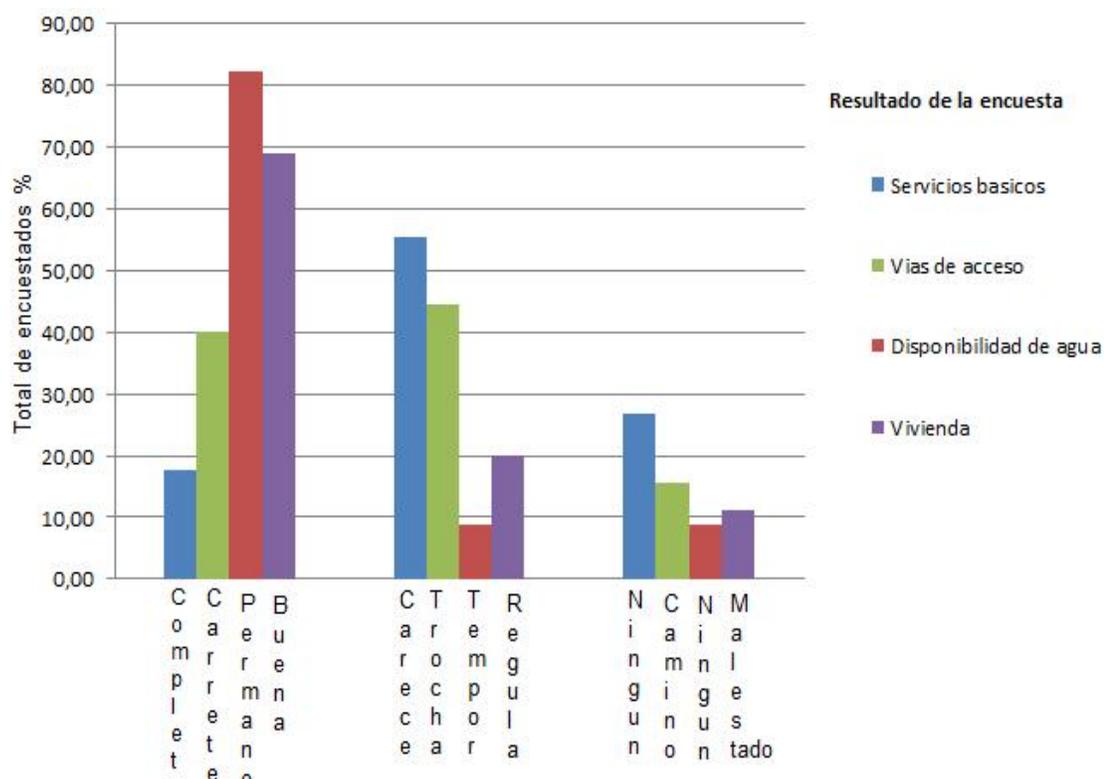
(Anexo A), y charlas con los campesinos lo cual se sintetizo en los siguientes cuadros resumen y gráficos, ver cuadros 45, 46, 47 y 48.

**Cuadro 45. Resultado de encuesta socioeconómica 1.**

Tenencia de la tierra %		organizaciones sociales%	
Propietario	77,80	Juntas de acción comunal	40,00
Arrendatario	11,11	Asociaciones	15,56
otro	11,11	Ninguna	44,44
Área de la finca %		Núcleo familiar %	
< 3 ha	40,00	Adultos	20,00
3 a 12 ha	44,44	Adolescentes	11,11
> 12 ha	15,56	Niños	68,89

Fuente: Autor del Proyecto

**Figura 10. Resultado de encuesta socioeconómica 1**



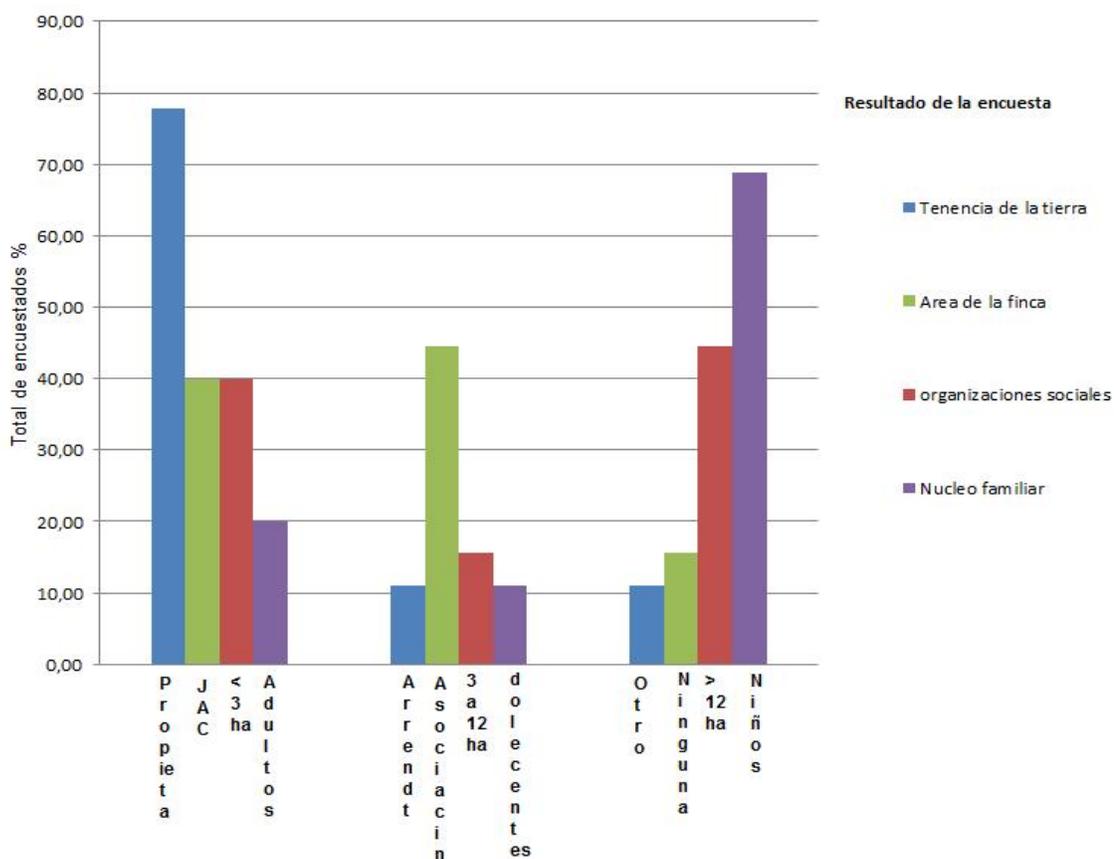
Fuente: Autor del Proyecto

**Cuadro 46. Resultado de encuesta socioeconómica 2.**

Servicios básicos %		Disponibilidad de agua %	
Completos	17,78	Permanente	82,22
Carece de algunos	55,56	Temporal	8,89
Ninguno	26,67	Ninguna	8,89
Vías de acceso %		Vivienda %	
Carretera Intermunicipal	40,00	Buena	68,89
Trocha	44,44	Regular	20,00
Camino o sendero	15,56	En mal estado	11,11

Fuente: Autor del Proyecto

**Figura 11. Resultado de encuesta socioeconómica 2**



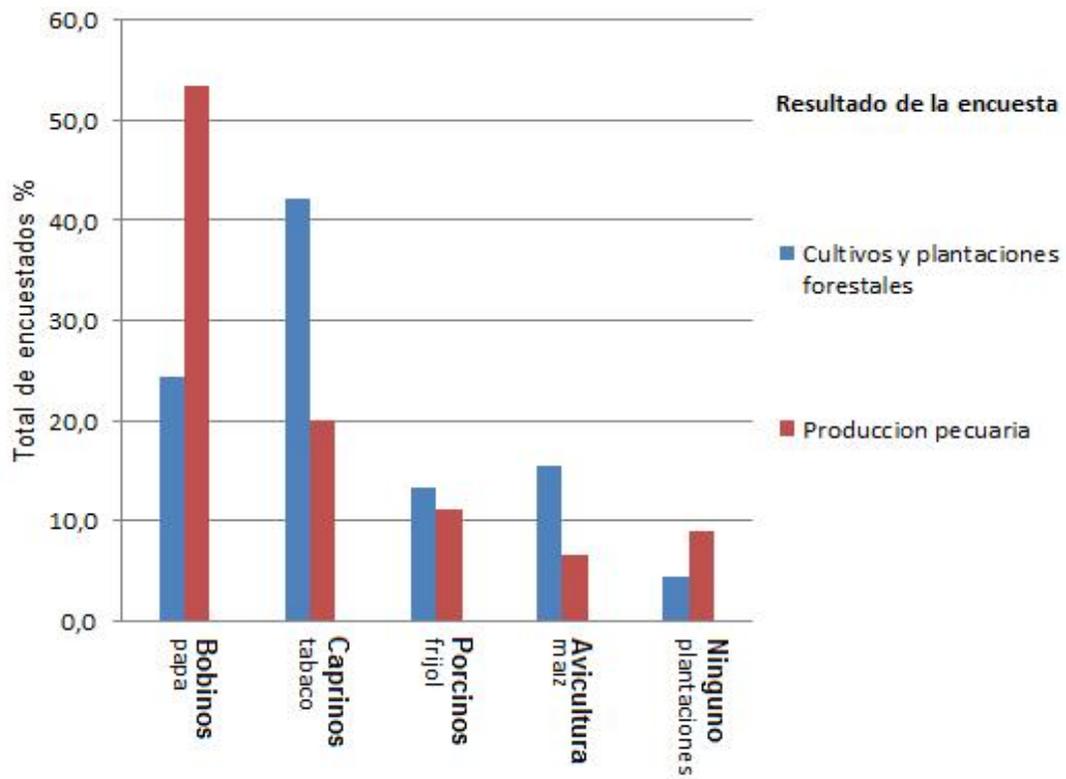
Fuente: Autor del Proyecto

**Cuadro 47. Resultado de encuesta socioeconómica 3.**

Cultivos y plantaciones forestales %		Producción pecuaria %	
papa	24,4	Bovinos	53,3
tabaco	42,2	Caprinos	20,0
frijol	13,3	Porcinos(cocheras)	11,1
maíz	15,6	Avicultura	6,7
plantaciones	4,4	Ninguno	8,9

Fuente: Autor del Proyecto

**Figura 12. Resultado de encuesta socioeconómica 3**



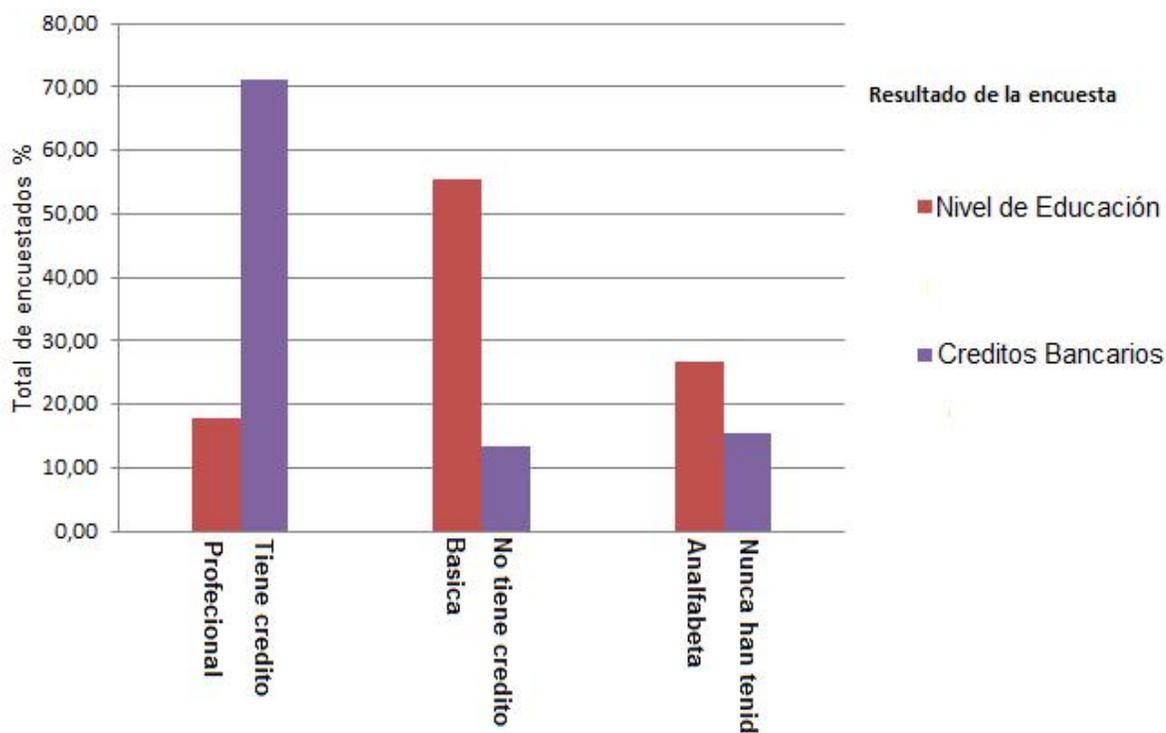
Fuente: Autor del Proyecto

**Cuadro 48. Resultado de encuesta socioeconómica 4.**

Nivel de educación		Créditos bancarios	
Profesional	17,78	Tiene crédito actualmente	71,11
Básica	55,56	No tiene crédito	13,33
Analfabeta	26,67	Nunca han tenido crédito	15,56

Fuente: Autor del Proyecto

**Figura 13. Resultado de encuesta socioeconómica 4.**



Fuente: Autor del Proyecto

La interpretación de los datos de campo obtenidos a partir de las encuestas o entrevistas, se interpretó aplicando las metodologías de matriz Dofa y empresas públicas de Medellín, teniendo en cuenta la apreciación por parte del investigador del presente proyecto.

**5.3.3.1 Matriz DOFA para evaluar los factores socioeconómicos.** En los cuadros 49 y 50 se presenta la matriz de evaluación del factor interno y externo.

De los 21 factores socioeconómicos internos evaluados en la microcuenca, 10 son fortalezas y 9 son debilidades, lo cual permite distinguir un desequilibrio por lo que se hace necesario implementar fortalezas que favorezcan el estado sociocultural y económico, además, presenta dos factores neutros.

**Cuadro 49. Matriz de evaluación del factor interno.**

Nº	Factor interno	Ponderación	Calificación	Resultados
1	Servicios de salud	0.048	2	0.096
2	Estado de la vivienda	0.035	2	0.070
3	Servicio de energía	0.040	1	0.040
4	Servicio de acueducto	0.048	2	0.096
5	Servicio de teléfono	0.038	1	0.038
6	Comunicaciones	0.038	1	0.038
7	Ordenación de cultivos	0.055	4	0.220
8	Producción de abonos orgánicos	0.045	2	0.090
9	Calidad del producto	0.050	4	0.20
10	Sistemas de riego	0.045	4	0.180
11	Capital para la producción	0.050	4	0.250
12	Empaque del producto	0.048	4	0.192
13	Manejo de praderas	0.038	3	0.114
14	Vías de acceso	0.048	2	0.096
15	Nivel educativo	0.050	4	0.20
16	Manejo del bosque	0.045	4	0.180
17	Aprovechamiento racional de los recursos naturales	0.050	3	0.150
18	Capacitaciones	0.045	4	0.180
19	Huertas caseras	0.055	5	0.275
20	Manejo pecuario	0.045	2	0.090
21	Tenencia de la tierra.	0.055	5	0.275
<b>TOTAL</b>		<b>1.00</b>		<b>3.070</b>

Fuente: Autor del proyecto

Los resultados del Factor interno ponderado corresponden a 3.07, lo cual indica que los sistemas son sustentables pero se hace necesario implementar sistemas productivos sostenibles que mejoren la calidad de vida. (Anexo B, Mapa 5).

**Cuadro 50. Matriz de evaluación del factor externo**

Nº	Factor externo	Ponderación	Calificación	Resultados
1	Accesibilidad a créditos	0.070	4	0.28
2	Canales de comercialización	0.045	3	0.14
3	Precio de insumos	0.048	1	0.048
4	Control de plagas	0.055	2	0.11
5	Orden público	0.060	3	0.18
6	Estado del tiempo	0.050	2	0.10
7	Transporte rural	0.065	4	0.26
8	Tratamiento de aguas	0.070	5	0.35
9	Centro de acopio	0.050	2	0.10
10	Participación de cooperativas veredales	0.070	4	0.28
11	Utilización de agroquímicos	0.060	3	0.18
12	Utilización e abonos verdes	0.035	3	0.11
13	Precio del producto	0.050	4	0.20
14	Tecnologías en cultivos	0.050	2	0.10
15	Mejoramiento pecuario	0.050	1	0.050
16	Organizaciones sociales	0.050	2	0.10
17	Participación de alcaldía municipal y otras instituciones.	0.060	4	0.24
<b>TOTAL</b>		<b>1.00</b>		<b>2.83</b>

Fuente: Autor del proyecto

De los 17 factores externos evaluados en la microcuencia 6 son oportunidades y 7 son amenazas, por lo cual se debe implementar alternativas sociales y económicas externas que mejoren estos aspectos, además presenta 4 factores neutros.

La evaluación del factor externo ponderado corresponde a 2.83, lo cual indica riesgo pues son más importantes las amenazas que las oportunidades.

**Cuadro 51. Resultados matriz DOFA**

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
Ordenación de cultivos Calidad del producto Sistemas de riego Capital para producción Empaque del producto Servicios de educación Manejo de bosques Capacitaciones y nivel educativo Huertas caseras Conservación de recursos naturales Tenencia de la tierra	Servicio de salud Estado de la vivienda Servicio de energía Servicio de acueducto Servicio de teléfono Comunicaciones Producción de abonos orgánicos Estado de caminos veredales Manejo pecuario
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
Accesibilidad a créditos Transporte rural Mejoramiento en calidad de aguas Participación en cooperativas veredales Precio del producto en el mercado Participación de alcaldía municipal	Precio de insumos Control de plagas ( papa ) Estado del tiempo Centros de acopio Tecnología en cultivos Mejoramiento pecuario Presencia pública

Fuente: Autor del proyecto

**Cuadro 52. Estrategias de la matriz DOFA**

<b>ESTRATEGIAS F. O.</b>	<b>ESTRATEGIAS D. O.</b>
<p>Mejorar los cultivos tradicionales aprovechando los créditos bancarios y aplicando nuevas tecnologías financiadas por entidades gubernamentales (Min Agricultura, SENA, Alcaldía y el sector privado)</p> <p>Con el mejoramiento de los productos y su óptima presentación se lograrán mejores los precios de estos en los mercados.</p> <p>Aprovechando la oferta hídrica y la calidad del agua construir sistemas de riego en pro del desarrollo comunitario.</p> <p>Sensibilizar a la comunidad sobre el manejo racional de los bosques y promover su conservación.</p> <p>Innovar en el establecimiento de plantaciones protectoras productoras en áreas con aptitud forestal.</p>	<p>Optimizar el servicio de salud en el casco urbano y promover campañas en el sector rural.</p> <p>Mejorar los servicios fundamentales de vivienda, acueducto y vías de transporte, en beneficio de la calidad de vida de los habitantes. Mediante la participación activa de la alcaldía municipal y estamentos gubernamentales.</p> <p>Conformar asociaciones que promuevan la implementación de tecnologías que fortalezcan las actividades ganaderas por medio de la capacitación y desarrollo de modelos productivos.</p>
<b>ESTRATEGIAS F. A.</b>	<b>ESTRATEGIAS D. A.</b>
<p>Realizando una planeación anticipada de las cosechas, se mejoraran los precios de estas en los mercados.</p> <p>Establecer policultivos para garantizar una oferta escalonada.</p> <p>La calidad de los productos cosechados mejorarán los precios de éstos por encima de otros productos.</p> <p>Mediante las asociaciones de tabacaleros establecer nuevos cultivos que tiendan a sustituir el tabaco mediante estudios de factibilidad obteniendo estabilidad en los precios. (Piña, guanábana, vid, café, cítricos etc.)</p>	<p>Las causas que ocasionan un bajo resultado en la producción de las cosechas, se deben a falta de planeaciones anticipadas de las mismas.</p> <p>Con la utilización de prácticas de conservación de los suelos (abonos orgánicos, verdes, entre otros) y la implementación de técnicas adecuadas en los cultivos contribuirá a mejorar los ingresos.</p> <p>Con la construcción y mejoramiento de las vías de acceso se lograra acceder a oportunidades de desarrollo. (precio del producto, calidad, vivienda, acueducto)</p>

Fuente: Autor del proyecto

### **5.3.4 Calificación de impactos ambientales con la matriz de empresas públicas de Medellín - EPM**

#### **5.3.4.1 Impactos generados por la acción de la agricultura**

**Impacto: fragmentación del ecosistema alto andino.** El ecosistema boscoso se disminuye debido al avance de la frontera agrícola y pecuaria que indiscriminadamente el hombre en su deseo de posicionarse del territorio y constituirlo como zona de producción, puesto que para el propietario, permanecer con el bosque en conservación no le representa beneficios rápidos a sus necesidades básicas.

**Calificación ambiental:** La modificación del área boscosa en la finca obtuvo una calificación ambiental de 6.678 como alta, lo cual indica que es de consideración y es necesario mantener el ecosistema sin ninguna interrupción dando un manejo de conservación instantánea al hábitat de especies de flora, fauna y paisaje encontrado (figura 14).

**Figura 14. Finca Campo Rico, propiedad Hely Oviedo coordenadas 1163475 - 1216651**



Fuente: Autor del proyecto

En dicha finca la totalidad del bosque altoandino se está interviniendo entre 10 a 15 has aprox. En los últimos 10 años (según su propietario)

**Impacto: fragmentación del hábitat nativo intacto.** La expansión de la frontera agrícola y pecuaria hace que se pierda el hábitat natural de muchas especies de fauna y flora viéndose afectadas las cadenas tróficas, el equilibrio del ecosistema, y la migración de especies a hábitats inestables dando lugar a la pérdida de la biodiversidad autóctona de estas regiones de alta montaña.

**Calificación ambiental:** En el área, la reducción del hábitat silvestre tiene un impacto de 3.45 que quiere decir que hay un impacto bajo en la fauna y flora pero que si la evolución progresa puede que se presenten extinción de algunas especies nativas lo cual ocasionaría un impacto irreversible (cuadro 53).

**Cuadro 53. Impactos generados por la acción de la agricultura**

Impactos	C+/-	P	D	M	E	Factor de ponderación		Calificación ambiental	
						A	B	Ca	Rango
Fragmentación del ecosistema andino	-	0,7	0,6	90%	1,0	1	9	6,678	Alta
Transformación del hábitat nativo.	-	0,6	0,5	70%	0,8	5	5	3,450	Baja
Desequilibrio de los ecosistemas estratégicos	-	0,8	0,6	80%	1,0	2	8	7,168	Alta
Conflictos humanos por agua.	-	0,6	0,5	90%	0,9	1	9	5,130	Media
Perdida de la calidad del agua	-	0,9	0,8	70%	0,7	5	5	5,670	Media
Contaminación del agua	-	0,6	0,5	60%	0,7	2	8	3,720	Baja
Disminución de la fertilidad del suelo	-	0,9	0,3	80%	0,9	5	5	5,130	Media
Perdida del suelo.	-	0,8	0,9	70%	0,7	5	5	5,320	Media
Detrimiento del eco bosque.	-	1,0	0,5	90%	1,0	5	5	7,250	Alta
Aumento en costos de producción	-	0,6	0,4	50%	0,7	4	6	3,000	Baja

Fuente: Autor del proyecto

**Impacto: desequilibrio de los ecosistemas estratégicos.** Los ecosistemas estratégicos de los andes colombianos tienen importancia ambiental significativa, y el hombre y su entorno lo hacen cada vez más vulnerable ocasionándole deterioro en el ciclo vegetativo por esto se hace necesario gestionar beneficios ambientales que conserven estos relictos boscosos existentes con alternativas sostenibles de producción que estén ligadas a la conservación de la biodiversidad.

**Calificación ambiental:** Se observó que la pérdida de los ecosistemas estratégicos ha tenido una calificación ambiental alta de 7.168 lo cual nos da una conclusión de que el ecosistema más representativo del área objeto de estudio que es el bosque alto andino ha presentado una degradación alta que amerita ser protegido y restaurado. Se debe buscar beneficios ambientales a estas áreas ya que son consideradas como de especial significancia ambiental, por considerarse como receptoras de agua.

**Impacto: conflictos por agua.** Las necesidades de consumo y agricultura requieren de disposición constante del recurso, lo que produce una reducción de caudal al tener que extraer el agua de sus afloramientos, esto hace que la disponibilidad de agua se reduzca notablemente y su calidad se aminore (figura 15).

**Figura 15. Agua para el consumo Sra. Pola Barrera**



Fuente: Autor proyecto

**Calificación ambiental:** Es notoria la baja disponibilidad del recurso hídrico y por consiguiente tiene una calificación media propensa a elevarse con el tiempo; es necesario evitar y mitigar la contaminación del agua, con el fin de no perder su disponibilidad en la micro cuenca. Cabe anotar que también se debe a la desprotección de los afluentes. Los conflictos se generan a partir de la disminución de la oferta del recurso

**Impacto: pérdida de la calidad del agua.** La disminución del agua se debe al grado de desprotección y conservación de los cuerpos hídricos existente y a la conciencia de la comunidad en cuanto al manejo del recurso.

**Calificación ambiental:** La calificación ambiental resalta la pérdida del recurso debido a agentes como la quema y deforestación que se presenta en la zona de recepción de la Microcuenca el Ramal.

**Impacto: contaminación del agua.** A medida que se aumenta la producción agrícola, la calidad del agua también se ve afectada ya que la introducción de sustancias químicas y arrojo de desechos han contribuido a la pérdida de la

calidad del recurso que es de gran importancia tanto para la comunidad del área de influencia y su retro-consumo (figura 16).

**Figura 16. Microcuenca El Ramal sector Umaleta**



Fuente: Autor proyecto

**Calificación ambiental:** La pérdida de la calidad de agua en la microcuenca por causa de la producción agrícola es un impacto negativo y presenta un puntaje de 3.72 lo cual nos indica que por el momento no se ha deteriorado mucho la calidad del agua, aunque es necesario no aumentar el impacto por que traería consecuencias negativas a las fuentes hídricas.

**Impacto: disminución de la fertilidad del suelo.** La remoción del suelo por arado u otras labores de producción y la destrucción del área boscosa, acentúan la pérdida del suelo y erosión del mismo deteriorando el ecosistema presente, generando impactos que difícilmente se pueden recuperar con el transcurrir del tiempo debido a su fragilidad.

**Calificación ambiental:** La erosión del suelo en algunos predios de la microcuenca el Ramal se presenta con una calificación media de 5.13, lo que indica que no es muy evidente la pérdida de suelo, pero se observan algunos

procesos erosivos en ciertos sectores donde con anterioridad se había cultivado y actualmente se encuentran zonas de pastoreo ocasionando compactación del suelo en zonas de ladera. La falta de prácticas de labranza mínima y tecnologías asequibles hace que la deficiencia de materia orgánica se presente.

**Impacto: pérdida del suelo.** La zona de alta montaña se caracteriza por la presencia de suelos poco evolucionados y lenta descomposición de la materia orgánica; al extraer la cobertura vegetal mediante el arado para el establecimiento de los cultivos no se permite la normal descomposición de la materia orgánica y se disminuye la fertilidad del suelo, dando como resultado una o dos cosechas productivas en un mismo lugar.

**Calificación ambiental:** es evidente que la fertilidad de los suelos de esta zona es baja, la explotación agrícola se realiza con introducción de abonos químicos, pero no se sobre explota el terreno y por ello la calificación del impacto es media con un resultado de 5.32

**Impacto: detrimento del bosque andino.** Se genera principalmente por la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes químicos en la producción agrícola y posterior depósito de estos por lixiviación a las fuentes hídricas. También se contamina el agua por la interceptación y depósito de materia orgánica de los animales a las quebradas, afloramientos y humedales que no se encuentran totalmente cercados o aislados esto sumado a la práctica de aprovechamiento forestal clandestino que hacen sus propietarios en beneficio de su propio.

La influencia de un cultivo en la erosión se manifiesta a través de la superficie cultivada de su posición dentro de la alternativa, las mezclas cuando existan, la forma y número de las labores, la productividad, la existencia de mayor o menor erosividad de la lluvia en el periodo del año en que se realiza el cultivo

**Calificación ambiental:** Este impacto sobre la contaminación del agua y detrimento del bosque es negativo y de magnitud alta, la calificación ambiental 7.25 indica que se deben tomar medidas preventivas y de control para disminuir y mitigar el daño generado a un elemento de importancia para el normal funcionamiento y desarrollo de los ecosistemas. Es evidente el aprovechamiento domestico indiscriminado del bosque para realizar construcciones e infraestructura.

**Impacto: aumento en costos de producción.** Al intervenir el ecosistema con la agricultura y el pastoreo indiscriminado se afecta el paisaje natural, el ciclo hidrológico, la fauna y flora endémica de este ecosistema, generando impactos negativos a este débil ecosistema, de gran importancia ambiental. La carencia de planificar los cultivos de una forma sostenible hace que los costos de establecimiento, mantenimiento y recolección se aumenten.

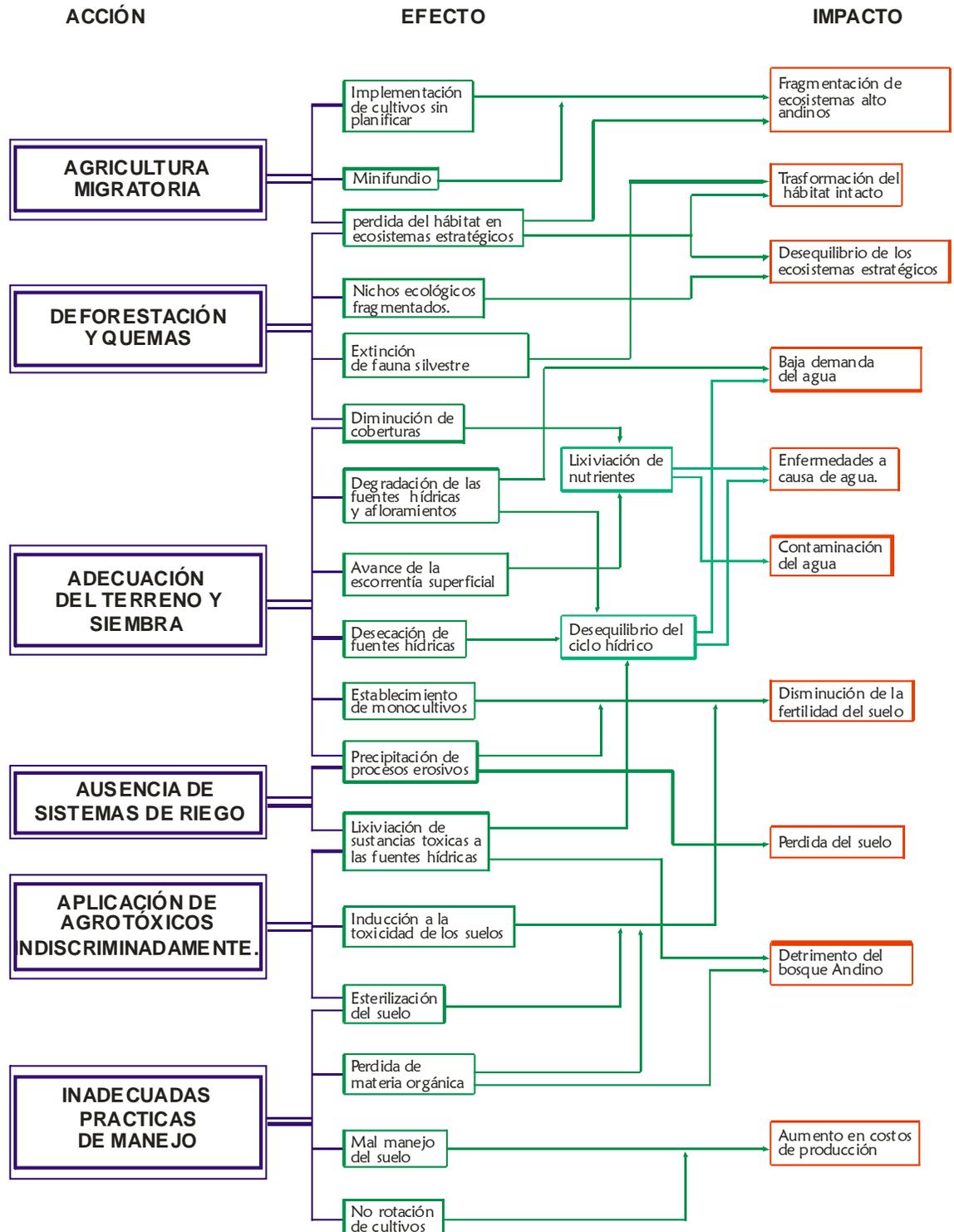
**Calificación ambiental:** La calificación arrojo un impacto negativo de 3,00 y de importancia baja; indica la alteración y degradación de la zona por acción de labores productivas poco sostenibles que deben ser modificar para una recuperación del ecosistema teniendo en cuenta que la producción dentro de la micro cuenca este ligado a la conservación del la biodiversidad de fauna y flora allí presente (cuadro 54 y figura 17).

**Cuadro 54. Impactos generados por la acción de la ganadería**

Impactos	C+/-	P	D	M	E	Factor de ponderación		Calificación ambiental	
						A	B	Ca	Rango
Desequilibrio en la dinámica sucesión al del bosque.	-	0,5	0,2	70%	1,0	3	7	3,82	Baja
Aumento de la calidad del suelo.	+	0,5	0,5	20%	0,7	1	9	1.56	M. Baja
Perdida de la fertilidad del suelo.	-	0,7	0,3	70%	0,6	2	8	3,5	Baja
Erosión del suelo	-	0,6	0,7	40%	0,8	4	6	4,5	Media
Ampliación de la frontera agrícola	-	1,0	0,8	50%	1,0	4	6	4,6	Media
Mejoramiento en la calidad de vida de las personas	+	0,6	0,4	50%	0,2	3	7	1,6	Muy baja

Fuente: Autor del proyecto

Figura 17. Identificación de impactos generados por acción de la agricultura



Fuente: Autor del proyecto

#### 5.3.4.2 Impactos generados por la acción de la ganadería

**Impacto: desequilibrio en la dinámica sucesional del bosque.** La dinámica sucesional esta marcada a diversos procesos biológicos (fauna y flora) que hace que estos ecosistemas sean muy frágiles ya que bosques andinos prevalecen dinámicas Inter e intraespecíficas en el ecosistema; al ser intervenidos para utilizar los terrenos en ganadería y agricultura se pierde la dinámica sucesional y funcional presente y se fragmentan los hábitats instantáneos produciendo un desequilibrio ambiental que conllevaría a la extinción o reducción de las especies florísticas y faunísticas.

**Calificación ambiental:** Para este impacto se dio una calificación de 3.82 de importancia ambiental baja y negativa para el bosque natural, es decir que la intervención del bosque no ha sido muy notoria pero de mucho cuidado si se aumenta este impacto en el predio se deben iniciar procesos de restauración en claros dentro del bosque secundario tardío.

**Impacto: aumento de la calidad del suelo.** Al introducir sistemas pecuarios en los terrenos de una manera sostenible se presenta un aumento de la fertilidad ya que la materia orgánica depositada por estos se descompone y hace que el suelo sea más productivo y ayuda a mejorar los terrenos además se puede generar materia orgánica a partir de esta materia.

**Calificación ambiental:** El aumento de la calidad del suelo por la ganadería, no es de mayor trascendencia ya que para esto en el terreno es difícil su descomposición, pero al igual es un aporte vital para el suelo, en la micro cuenca El Ramal se presenta un impacto de importancia ambiental muy baja.

**Impacto: pérdida de la fertilidad del suelo.** La perdida de la fertilidad del suelo por la acción de la ganadería se genera principalmente por la compactación que

este ocasiona y esto se empeora en áreas donde las pendientes son fuertes originando erosión (figura 18).

**Figura 18. Pérdida de la fertilidad del suelo**



Fuente: Autor del proyecto

En zonas de 2.000 a 4.000mm de precipitación anual, caracterizadas por una distribución irregular de las lluvias, el pastoreo durante el período de abundantes lluvias ocasiona una fuerte lixiviación de nutrientes y una severa erosión de los suelos expuestos (Tosi, 1975). En regiones húmedas, el pastoreo también puede producir una rápida declinación de la productividad debida a la compactación de los suelos arcillosos saturados de humedad al ser pisoteados por el ganado. Además, como el control de las malezas mediante la quema se hace imposible, las tierras comienzan a ser invadidas por otras plantas más tolerantes que el pasto a los suelos ácidos e infecundos. Debido a la invasión de las malezas y la baja fertilidad natural de los suelos, dichas tierras sólo pueden sustentar a alrededor de 0.7 animales por hectárea. Con el tiempo, la situación se deteriora a tal punto, que los pobladores deben emigrar y buscar nuevas tierras para sus operaciones ganaderas.

**Calificación ambiental:** La pérdida de la fertilidad de los terrenos es un impacto negativo y presenta una calificación de importancia muy baja, para lo cual el predio no ha perdido demasiado la fertilidad de sus terrenos por acción de la ganadería.

**Impacto: erosión del suelo.** La gran necesidad de buscar terrenos para la ubicación de pastos para el ganado hace que se destruyan ecosistemas naturales, y hace que los terrenos con pendientes fuertes comiencen un proceso de erosión, la presencia de erosión superficial producida por el agua hace que el suelo se desestabilice y pierda la capacidad de retención (figura 19).

**Figura 19. Erosión del suelo**



Fuente: Autor del proyecto

**Calificación ambiental:** Es necesario controlar la erosión superficial del lugar para que el impacto de la erosión del suelo no se aumente ya que obtuvo una calificación de 4.5 de importancia media siendo esta de gran importancia en la conservación del suelo el tipo de erosión está afectada directamente por efecto hídrico.

**Impacto: ampliación de la frontera agrícola.** Para mejorar la calidad de vida de la población presente en esta zona micro cuenca se requiere ampliar la zona de producción con fines de agricultura y ganadería que representaran mayores recursos económicos para los dueños de los predios, ejerciendo contactos con entidades encargadas del mejoramiento de ganadería semi extensiva y la UMATA municipal que asesore a esta comunidad en mejoramiento de sus sistemas de producción.

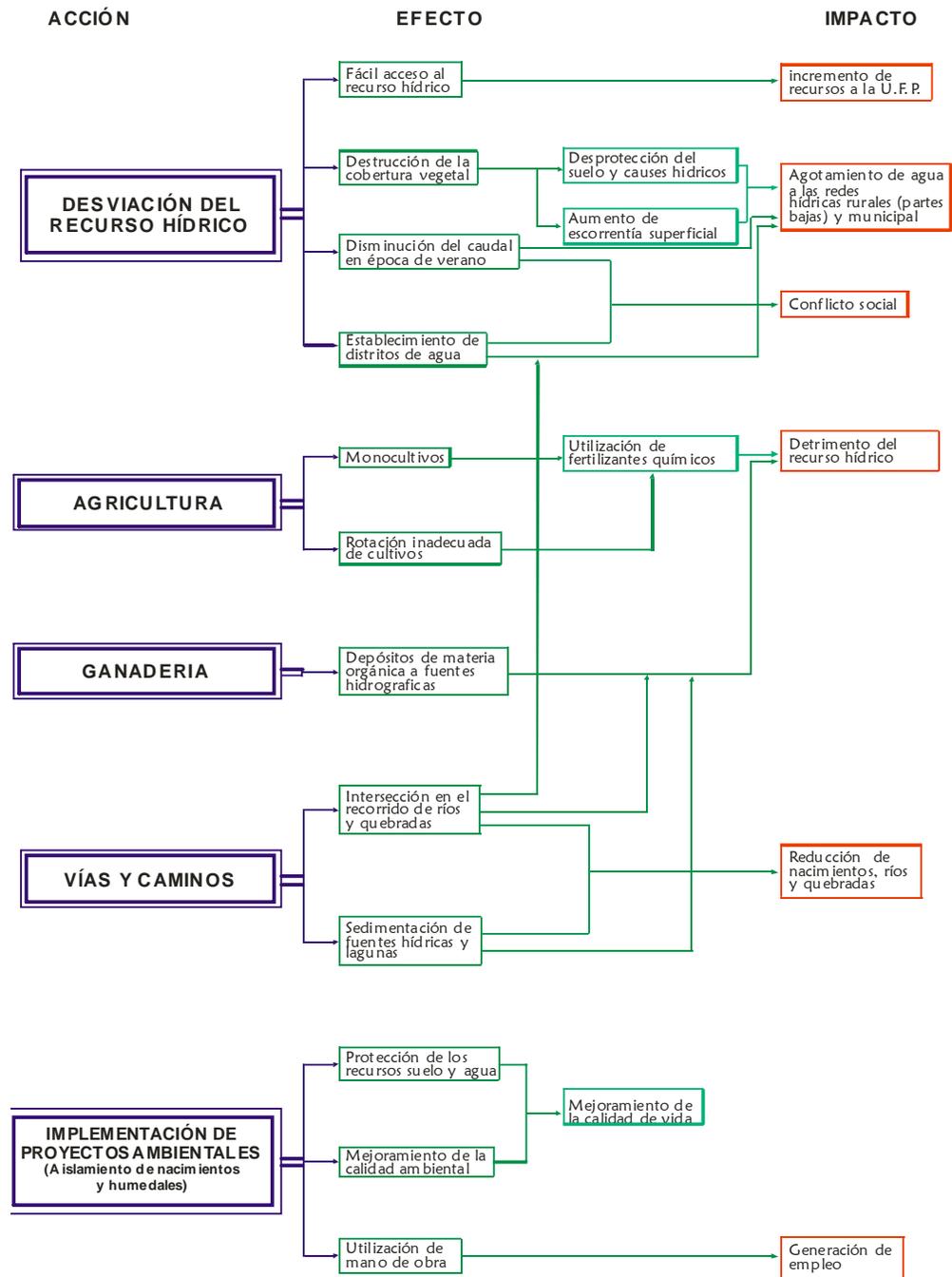
**Calificación ambiental:** Es notorio que la expansión de la frontera agrícola continua en forma acelerada, por ello la calificación nos genero 4.6 de importancia ambiental media. Nos quiere decir que el bosque alto andino ha sido degradado altamente para poder establecer y avanzar con cultivos agrícolas.

**Impacto: mejoramiento de la calidad de vida de las personas.** La ganadería desde épocas antiguas es uno de los mercados de mayor comercialización y generación de ganancias económicas, es por ello que la población requiere de la ganadería para una mejor calidad de vida en la comunidad.

**Calificación ambiental:** El mejoramiento de la calidad de vida es un impacto negativo y su calificación ambiental es de 1.6 de importancia ambiental muy baja, lo cual significa que es necesario implementar mejores técnicas de producción para aumentar la calidad de vida y realizar planificación predial participativa ya que es un predio que tiene una zona de producción considerable para realizar una explotación agropecuaria sostenible de manera que incremente la calidad económica de sus habitantes.

### 5.3.4.3 Impactos generados por alteración del recurso hídrico

Figura 20. Identificación de impactos generados por alteración del sistema hídrico



Fuente: Autor del proyecto

**Impacto: incremento de recursos a la unidad familiar de producción.** La necesidad de obtener productos para la venta o para consumo propio de la fincas es evidente y hace necesario desviar los recursos hídricos con la finalidad de riego en los cultivos y pastizales; es por este recurso que se aumenta la producción y se puede obtener mayores ganancias económicas que a su vez mejoraran la calidad de vida.

**Calificación ambiental:** el mejoramiento de la calidad de vida es un impacto positivo ya que va a mejorar los ingresos económicos de las personas; obtuvo una calificación ambiental de importancia ambiental muy baja. Se debe implementar un sistema de riego adecuado y realizar una planificación a todos los sistemas de producción (cuadro 34).

**Cuadro 55. Impactos generados por alteración del recurso hídrico**

Impactos	C+/-	P	D	M	E	Factor de ponderación		Calificación ambiental	
						A	B	Ca	Rango
Incremento de recursos a la U.F.P.	+	0,6	0,7	40%	0,1	8	2	1,464	Muy baja
Agotamiento de agua a las redes hídricas publicas.	-	0,9	0,5	90%	1,0	3	7	7,515	Alta
Conflicto social	-	0,5	0,2	60%	0,7	3	7	2,630	Baja
Detrimiento del recurso hídrico	-	0,9	0,8	90%	0,8	3	7	6,984	Alta
Reducción de afloramientos, quebradas y ríos	-	1,0	0,3	60%	0,8	2	8	6,760	Alta
Generación de empleo	+	0,4	0,4	40%	0,3	5	5	0,920	Muy baja

Fuente: Autor del proyecto

**Impacto: agotamiento de agua a las redes hídricas rurales y municipales.** La remoción de la vegetación, como la sobre carga animal generan compactación de

los terrenos los cuales al degradarse se generan encharcamientos o escorrentía superficial por lo que no habrá retención del agua y disponibilidad de la misma.

**Calificación ambiental:** en la microcuenca este impacto es alto debido a la remoción excesiva de la cobertura vegetal que se genera allí y se calificó con 7.515 de impacto negativo. Es uno de los problemas más presentes en la zona, con lo cual se debe aplicar urgentemente un plan de manejo ambiental adecuado.

**Impacto: conflicto social.** La desviación del recurso hídrico y los establecimientos de distritos de agua han generado conflictos sociales entre los habitantes de estas áreas y sobre todo en la época de verano.

**Calificación ambiental:** El conflicto social es un impacto negativo y presenta una calificación de 2.630 de importancia ambiental baja; pero esta ira aumentándose con el paso del tiempo ya que se presenta la reducción de la cantidad de agua debido a la desprotección de los ecosistemas de alta montaña se debe proponer medidores por parte de las juntas de acción comunal.

**Impacto: degradación del recurso hídrico.** Cuando se desvían los recursos hídricos, también se ve afectada la calidad del agua y con esta un proceso de contaminación que repercutirá aguas abajo de la microcuenca objeto de estudio.

**Calificación ambiental:** La contaminación del recurso hídrico produce un impacto negativo ambientalmente, con una calificación de 6.984 de importancia ambiental alta, lo cual significa que por la desviación del recurso hídrico se presentan impacto elevado en el recurso agua.

**Impacto: reducción de nacimientos, quebradas y ríos:** La continua utilización del recurso hídrico sin un manejo adecuado para riego y otros servicios, hace que este tienda a gastarse en forma inadecuada, lo que contribuye a que cada día

se disminuyan los caudales de los afloramientos y quebradas encontradas en la zona y en un futuro la desaparición de los recursos hídricos.

**Calificación ambiental:** La desaparición de los afloramientos y vertientes son un impacto ambiental negativo, en donde la microcuenca tiene una calificación de 6.760 de importancia baja y se debe controlar el impacto antes de que sea de una magnitud más elevada.

**Impacto: generación de empleo:** Cuando se altera el sistema hídrico se hace con la finalidad de aumentar el riego de los sistemas de producción y para esto se debe contar con la mano de obra para poder mejorar los sistemas, conllevando a una mejor producción.

**Calificación ambiental:** El impacto de generación de empleo es positivo y obtuvo una calificación de 0.920 de importancia ambiental muy baja, debido a que los dividendos económicos no serán los suficientemente elevados para una mejor calidad de vida se debe enfocar por declarar estas áreas como reservas naturales declaradas por la unidad de parque nacionales "Unidad territorial Norandina" (cuadro 56).

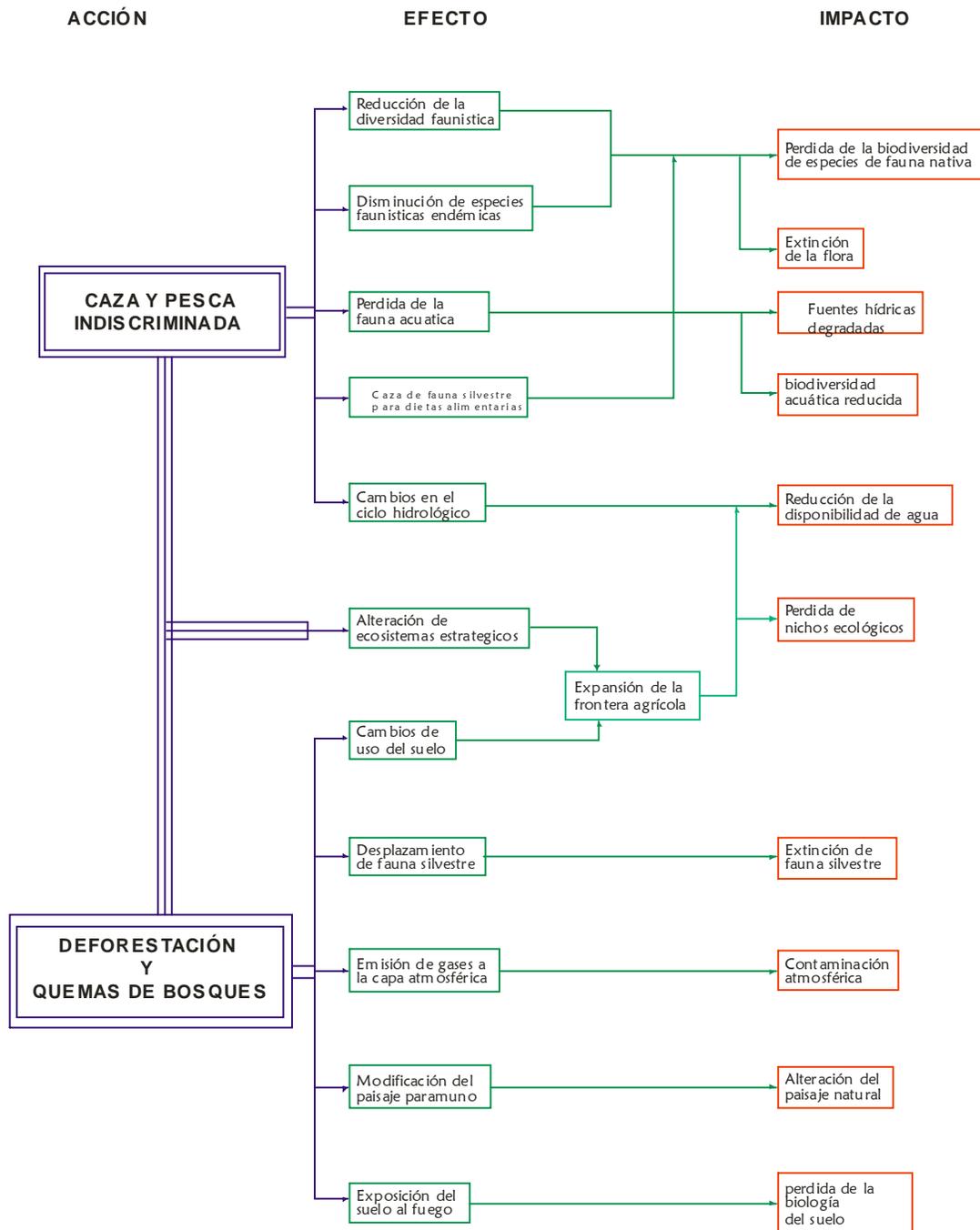
**Cuadro 56. Impactos generados por acción de la deforestación y quemas**

Impactos	C+/-	P	D	M	E	Factor de ponderación		Calificación ambiental	
						A	B	Ca	Rango
Perdida de la biodiversidad de ecosistemas	-	0,8	0,4	90%	0,8	3	7	5,344	Media
Extinción de la flora	-	0,6	0,2	70%	1,0	3	7	4,452	Media
Perdida de fertilidad del suelo	-	0,8	0,6	60%	0,5	2	8	3,776	Baja
Aumento de los procesos erosivos	-	0,7	0,6	50%	0,7	3	7	4,06	Media
Reducción de la disponibilidad de agua	-	0,8	0,6	60%	0,7	2	8	5,056	Media
Perdida de la cobertura vegetal	-	1,0	0,8	100%	0,7	1	9	7,100	Alta
Extinción de la fauna silvestre	-	0,5	0,6	60%	1,0	4	6	3,720	Baja
Contaminación atmosférica	-	0,4	0,7	60%	0,8	9	1	1,832	Muy baja
Alteración del paisaje natural	-	0,8	0,8	90%	0,8	2	8	6,272	Alta
Disminución de microorganismos del suelo	-	0,7	0,9	60%	0,7	8	2	4,004	Media

Fuente: Autor del proyecto

### 5.3.4.4 Impactos generados por acción de la deforestación y quemas

Figura 21. Identificación de impactos generados por acción de la deforestación, quemas y caza



Fuente: Autor del proyecto

**Impacto: pérdida de la biodiversidad de especies de fauna y flora.** La generación de quemas y deforestaciones hace que se aumente con mayor fuerza la degradación de nichos y hábitats naturales únicos en esta región del mundo, ocasionando la pérdida de los ecosistemas estratégicos que somos afortunados de tener y utilizar, además la quema y deforestación económicamente no presta mayores beneficios económicos y ambientales, que si declara como reserva natural.

**Pérdida de suelo a causa de las quemas.** La tala y quema de la vegetación constituyen un método de cultivo empleado desde hace miles de años por su eficacia en clarear el terreno y dejarlo apto para sembrar rápidamente los cultivos que producirán alimentos de necesidad inmediata. Esto, junto a la alta fertilidad inicial del suelo inmediatamente después de la quema, ha permitido que muchas personas, generación tras generación, puedan producir los alimentos que sus familias necesitan.

La técnica es muy común en sistemas de agricultura migratoria, que involucra la tumba de un área nueva cada vez que termina un ciclo de producción.

A pesar de los beneficios inmediatos que en un principio puede generar la práctica de tumba y quema, a través del tiempo causa efectos dañinos e irreversibles al suelo.

A continuación se especifica los efectos comunes de la quema sobre la calidad física, química y biológica de los suelos.

**Calidad física.** Las propiedades físicas del suelo sufren ciertos cambios considerables, especialmente en la capa superior. La densidad aparente del suelo

tiende a disminuirse, lo cual puede ser positivo al facilitar la penetración de raíces, especialmente para plantaciones forestales (González, 1987)<sup>22</sup>.

**Calificación ambiental:** La pérdida de la biodiversidad de ecosistemas obtuvo una puntuación de 4.802 de importancia ambiental media, ya que se han presentado quemas en para la obtención de terrenos para cultivar o implementación de pastos.

**Impacto: extinción de la flora.** Cuando se hacen quemas y deforestaciones de los predios, es muy probable que la flora endémica se vea muy afectada y posiblemente su extinción definitiva del lugar; es de gran importancia las especies allí encontradas ya que son fuente primordial para la sostenibilidad de los ecosistemas.

**Calificación ambiental:** La calificación para la extinción de la flora, tiene un impacto negativo y es de 4.452 de importancia ambiental media, ya que las especies del ecosistema andino como el caso de especies vedadas de aprovechamiento forestal como los robles que de ser fragmentados el hábitat se reduce considerablemente el recurso agua.

**Impacto: fuentes hídricas degradadas.** La vegetación natural del área tiene una interacción suelo-planta, donde la planta aporta materia orgánica al suelo y este a su vez a la planta le aporta nutrientes; al ser descapotado el suelo y hacer quemas hace que el suelo pierda su poca fertilidad y sumado a la contaminación hídrica y a la alteración del ciclo hidrológico se afecta directamente la microcuenca que es eje articulador de vida y desarrollo.

---

<sup>22</sup>González D, A. A. 1987. Efectos de la quema sobre la fertilidad del suelo para plantaciones forestales [online]. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. [Consultado junio 2013] Disponible en <http://146.83.41.79/profesor/migcasti/linfor/memoria/1986-ENRIQUE%20MODER%20Z.%20-%20SP.doc>.

**Calificación ambiental:** en el predio se califica 3.776, ambientalmente baja puesto que las fuentes hídricas a pesar de estar ubicadas en la zona de recepción es evidente la extracción del recurso indiscriminadamente.

**Impacto: biodiversidad acuática reducida.** Los macro invertebrados reconstituyen en los indicadores biológicos del agua ya que a través de estos el agua se considera apta para el consumo humano y se considera como fuente de vida de las Microcuencas del municipio.

**Calificación ambiental:** El aumento de los procesos de degradación en la finca la Pozo Bravo observo calificación de 4.06, lo que indica que recientemente se están originando estos impactos negativos al agua debido a agentes contaminantes (animal y basuras)

**Impacto: reducción de la disponibilidad de agua.** Es de suponer que al ejercer quemas y deforestación de los ecosistemas naturales quedan desprotegidos los suelos y la retención de agua en estos se va a disminuir en forma considerable y así la escorrentía superficial se elevará y se perderá la cantidad de agua disponible para el área.

**Calificación ambiental:** La reducción de la disponibilidad del agua fomenta un impacto negativo de calificación 5.056 de importancia ambiental media donde se ha presentado una baja considerable de los caudales de la quebrada el Ramal y su afluentes directos ya que de esta fuente se proyectan implementar nuevas áreas de captura para abastecer el municipio.

**Impacto: perdida de nichos ecológicos.** Cuando se expande el fuego se destruye parte de la cobertura vegetal existente en las diferentes zonas donde utilizan este método para hacer reproducir el pastizal o para establecer cultivos agrícolas es allí cuando los habitas instantáneos de fauna entran en proceso de

fragmentación haciendo que estos incursionen en otros hábitats remanentes poniendo en riesgo eminente la estabilidad de estos en el largo plazo.

**Calificación ambiental:** se ha presentado el impacto considerablemente alto, lo cual indica que en el lugar se ha perdido gran material vegetal natural, llevando esto a una posible extinción de algunas especies importantes para el ecosistema. El impacto recibió una calificación de 7.1 de importancia ambiental media.

**Impacto: extinción de fauna silvestre.** Es de gran importancia el cuidado de las áreas que son los hábitats de la fauna para evitar futuras extinciones de especies importantes del ecosistema; al presentarse la deforestación y quemas para el establecimiento de cultivos o pastos; se ven afectados dichos hábitats naturales lo cual implica que se vulnere su fuente de alimentación, refugio y protección a depredadores, induciendo a la extinción de dichas especies muy rápidamente.

**Calificación ambiental:** la extinción de la fauna por ahora no ha sido notoria, pero si se sigue dando el proceso actual con el tiempo encontraremos una magnitud mayor de este impacto. El impacto para la microcuena fue muy bajo de 3.72.

**Impacto: contaminación atmosférica.** La quema de rastrojos, praderas y vegetación, generan emisiones de material y gases que alteran la calidad del aire, el cual es indispensable para cualquier ser vivo.

**Calificación ambiental:** el proceso de contaminación atmosférica que se ha emitido en el predio es considerado de calificación muy baja, igual a 1.832; aunque cada día se va a degenerar más este recurso si se continúa con las quemas intensivas en el área objeto de estudio ocasionando grandes emisiones contaminantes.

**Impacto: alteración del paisaje natural.** Para el establecimiento de agricultura y ganadería se necesita hacer quemas y deforestaciones, lo cual origina una

alteración grande del paisaje natural y de los ecosistemas de alta montaña generada la degradación de los mismos.

**Calificación ambiental:** La alteración del paisaje natural es un impacto negativo para el medio ambiente y presenta una calificación de 6.272 de importancia ambiental alta. Es importante e inminente buscar formas para mitigar y prevenir la continua alteración del paisaje natural, ya que su calificación así lo demuestra.

**Impacto: pérdida de la biología del suelo.** Los microorganismos del suelo son muy vulnerables a los factores ambientales como luz, calor y desmonte de la cobertura vegetal, es por eso que cuando se realizan quemas y deforestaciones se presenta la reducción de los microorganismos que generan fertilidad al suelo.

La materia orgánica potencial, comprendida como el material de origen animal y vegetal que con diversos grados de descomposición se encuentra sobre el suelo, disminuye con cualquier tipo de quema.

## **5.4 FASE DE PROSPECTIVA**

**5.4.1 Escenario actual.** La población de la microcuenca es de 3.534 hacen parte de la microcuenca en mención incluyendo 351 habitantes del casco urbano que se encuentra dentro de la microcuenca el Ramal.

La identificación del Problema se basa en el razonamiento a cerca de la expansión acelerada de las fronteras agrícolas (Anexo D, mapa 6) y ganaderas que afectan la regulación del ciclo hidrológico, disminuyendo la variedad y presencia de coberturas vegetales en las microcuencas y sus áreas de influencia directa en el municipio.

El área de la microcuenca lo constituyen superficies de diferentes zonas bioclimáticas como son bosque alto andino, bosque montano alto y montano bajo, las cuales han sido perturbadas e intervenidas con gran impacto ambiental, debido a la mano indiscriminada por parte del hombre.

En los sistemas de producción predominan actividades agrícolas como el cultivo de papa, frijol, maíz, cebada, trigo, caña de azúcar, tabaco, tomate, y algunos frutales de climas frío y templado, todos estos producidos en mediana escala, siendo utilizados para su sustento diario y para la comercialización municipal y regional. La ganadería está compuesta por ovinos, equinos, caprinos, bovinos en mayor magnitud y la economía está influenciada por la venta de subproductos como (cuajada y leche).

La asociación de ganaderos de parte alta de la vereda Jagui ha permitido el desarrollo de la ganadería en la parte genética por lo cual hay mayor eficiencia productiva y rentabilidad por la comercialización de estos ejemplares.

La manufactura de la leche es un renglón importante en la economía de esta zona encontrándose tres pequeñas fábricas de transformación de la leche, a la vez que el suero ha mejorado el desarrollo porcícola.

**5.4.2 Escenario viable o deseado.** El desarrollo del Plan de Ordenamiento y Manejo contribuirá considerablemente en el mejoramiento de los componentes social, económico, político y ambiental de toda la comunidad involucrada a través de la obtención de una nueva visión de la población a cerca del manejo de los recursos naturales, trayendo como consecuencia una actitud positiva y encaminada hacia la conservación y el desarrollo sostenible.

La capacitación y concientización a la comunidad de la microcuenca el Ramal es un componente esencial ya que por medio de estas, los habitantes toman conciencia de la importancia ecológica y estratégica que tiene estos ecosistemas

y la forma como ellos influyen directamente en la conservación y protección de la biodiversidad nativa de especies tanto de fauna y flora.

**Declaración de áreas de reserva dentro de la microcuenca.** A continuación se relacionan las áreas estratégicas dentro de la microcuenca a las cuales se les dio prioridad una vez evaluados algunos aspectos como su importancia ambiental e hidrológica, potencialidades eventuales, grado de participación de los campesinos, entre otros. Estos predios serán tenidos en cuenta para los proyectos de reforestación, aislamiento de bosques y eventualmente para la implementación de sistemas productivos, estos se relacionan en el mismo orden en el mapa de áreas de reserva.

**Cuadro 57. Inventario de áreas potenciales para la declaración de reservas privadas dentro de la microcuenca**

<b>N°</b>	<b>Nombre del predio</b>	<b>Registro catastral</b>	<b>Nombre del propietario</b>	<b>Coordenada</b>	<b>Área general (has.)</b>	<b>Área intervenida (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Observaciones</b>
1	Campo Rico	1000840001	Hely Oviedo	1163475, 1216651	20.4	5000	Presenta un área considerable de bosque natural
2	El Refugio	600710001	Orlado Quintana	1163511, 1215529	6.3	9350	El propietario está muy comprometido con el proyecto
3	El Jagui	1000900001	Salomón Oviedo	1163607, 1215895	4.5	700	Requiere aislamiento de bosque y reforestación
4	El Sueño	601060001	María Luisa Arismendy	1163765, 1214932	5	240	Es un área potencial por su cantidad de agua
5	El Roble	600700001	Joaquín Arismendy	1163637, 1215573	8.7	3700	Requiere implementación de sistemas productivos y reforestación
6	Pantano Colorado	1000840001	Hernán Oviedo	1163356, 1216236	9	1000	Requiere aislamiento de bosque y reforestación
7	El Espejal (A)	600710001	Lilia Torres	1163387, 1215975	13	3000	Es un área potencial por su diversidad biológica
8	El Espejal (B)	601040001	María Santander	1163343, 1215937	16	800	Requiere aislamiento de bosque y reforestación
9	Hoya del Ramal	600740001	Jeremías Duarte	1164903, 1217108	28	1100	Es un área potencial por su cantidad de agua
10	Laureles	500860001	Carmen Cecilia Pinzón	1163146, 1213653	8.9	1200	Es un área potencial por su diversidad biológica
11	Palma	501000001	Crecenciano Cuevas	1163876, 1212654	19	300	Es un área potencial por su cantidad de agua

**Cuadro 57. (Continuación)**

<b>N°</b>	<b>Nombre del predio</b>	<b>Registro catastral</b>	<b>Nombre del propietario</b>	<b>Coordenada</b>	<b>Área general (has.)</b>	<b>Área intervenida (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Observaciones</b>
12	Los Robles	600410001	Pedro Orjuela	1163943, 1213835	16	450	Requiere implementación de sistemas productivos y reforestación
13	Los Robles	500420001	Julio Pinzón	1162706, 1213341	17.4	300	Requiere aislamiento de bosque y reforestación
14	La palma	500360001	Gonzalo Salinas	1162843, 1212845	5	1300	Requiere implementación de sistemas productivos y reforestación
15	El Pantano	100500001	Álvaro Leguizamón	1163543, 1213742	8	300	Requiere aislamiento de bosque y reforestación
16	La Rinconada	600320001	Álvaro Torres	1162863, 1213599	18	300	Requiere aislamiento de bosque y reforestación
17	Piedra del Loro	500340001	Inés Martínez Herrera	1163865, 1212907	19	500	Es un área potencial por su cantidad de agua
18	Aurora (A,B)	501170001	Ernestina Silva	1162881, 1212795	28	550	Es un área potencial por su diversidad biológica
19	La Hoya, Arrayan	600920001	Mesías Niño	1163479, 1214878	22.5	4800	El propietario está muy comprometido con el proyecto
20	El Upal	600940001	Sucesión Arquímedes García	1163395, 1214419	27	600	Es un área potencial por su diversidad biológica
21	Upal	601120001	Bonifacio Arismendy	1163214, 1214377	30	300	Requiere implementación de sistemas productivos y reforestación
22	Hoya de los helechos	600930001	Jaime Hernando Niño	1163481, 1214823	20	1000	Es un área potencial por su cantidad de agua

**Cuadro 57. (Continuación)**

<b>N°</b>	<b>Nombre del predio</b>	<b>Registro catastral</b>	<b>Nombre del propietario</b>	<b>Coordenada</b>	<b>Área general (has.)</b>	<b>Área intervenida (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Observaciones</b>
23	Juncal	102810001	Anselmo Balaguera	1166078, 1210450	15	1300	El propietario está muy comprometido con el proyecto
24	Alto de Miranda	701060001	María del Rosario Oviedo	1166249, 1214461	37	2100	Requiere aislamiento de bosque y reforestación
25	Los laureles	700510001	Pedro Vicente Oviedo	1166013, 1214462	16	500	Es un área potencial por su diversidad biológica
			<b>TOTAL</b>		<b>417,20</b>	<b>40690</b>	

Fuente: Autor del proyecto

**Cuadro 58. Usuarios potenciales incluidos en los proyectos de reforestación, aislamientos, agroforestería y huertas caseras**

N°	Nombre del propietario	Finca	Área a reforestar (m <sup>2</sup> )	Área a delimitar (m <sup>2</sup> )	Coordenada	Altura (msnm)
1	Hely Oviedo	Campo Rico	2.500	2.500	1163475, 1216651	3147
2	Orlado Quintana	El Refugio	4.350	5.000	1163511, 1215529	3076
3	Salomón Oviedo	El Jagui	350	350	1163607, 1215895	3083
4	María Luisa Arismendy	El Sueño	120	120	1163765, 1214932	3010
5	Joaquín Arismendy	El Roble	2.000	1.700	1163637, 1215573	3040
6	Hernán Oviedo	Pantano Colorado	500	500	1163356, 1216236	3062
7	Lilia Torres	El Espejal (A)	1.500	1.500	1163387, 1215975	3072
8	María Santander	El Espejal (B)	400	400	1163343, 1215937	3069
9	Jeremías Duarte	Hoya del Ramal	600	500	1164903, 1217108	2908
10	Carmen Cecilia Pinzón	Laureles	500	700	1163146, 1213653	2930
11	Crecenciano Cuevas	Palma	150	150	1163876, 1212654	2535
12	Pedro Orjuela	Los Robles	200	250	1163943, 1213835	2828
13	Julio Pinzón	Los Robles	150	150	1162706, 1213341	2980
14	Gonzalo Salinas		700	600	1162843, 1212845	2870
15	Álvaro Leguizamón	El Pantano	150	150	1163543, 1213742	2745
16	Álvaro Torres	La Rinconada	150	150	1162863, 1213599	3052
17	Inés Martínez Herrera	Piedra del Loro	200	300	1163865, 1212907	2756
18	Ernestina Silva	Aurora (A,B)	250	300	1162881, 1212795	2884
19	Mesías Niño	La Hoya, Arrayan	2.400	2.400	1163479, 1214878	3002
20	Sucesión García	El Upal	300	300	1163395, 1214419	2975
21	Bonifacio Arismendy	Upal	150	150	1163214, 1214377	3014

**Cuadro 58. (Continuación)**

N°	Nombre del propietario	Finca	Área a reforestar (m2)	Área a delimitar (m2)	Coordenada	Altura (msnm)
22	Jaime Hernando Niño	Hoya de los helechos	500	500	1163481, 1214823	3002
23	Anselmo Balaguera	Huertas	650	650	1166078, 1210450	1788
24	María del Rosario Oviedo	Alto de Miranda	600	1.500	1166249, 1214461	2939
25	Pedro Vicente Oviedo	Ilarguta	250	250	1166013, 1214462	2880
<b>SUMATORIA</b>			<b>19.620</b>	<b>21.070</b>		

Fuente: Autor del proyecto

## **5.5 FORMULACIÓN DEL PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO DE LA MICROCUENCA EL RAMAL.**

Estos proyectos solo se formulan ya que su operación o puesta en marcha no es un objetivo del presente proyecto. La línea base para la formulación del plan de ordenación y manejo de la microcuenca el Ramal se hace basados en la información obtenida en las fases de aprestamiento, diagnóstico y prospectiva, lo cual permite sintetizar el plan teniendo en cuenta la situación socioeconómica y ambiental para la microcuenca.

**5.5.1 Objetivos del plan.** El objetivo principal es regular la ampliación del espacio agrícola y pecuario en la microcuenca objeto del proyecto para prevenir y mitigar impactos ambientales y sociales negativos generados por las actividades productivas, y reducir conflictos internos a través de la sensibilización y concientización de la comunidad en cuanto al manejo eficiente y sostenible de los recursos naturales.

La solución del problema contribuye al mejoramiento de diversos aspectos de la calidad de vida de los pobladores, además genera el fortalecimiento de comunidades objeto del proyecto.

Existe la necesidad de implementar y gestionar los proyectos ante las entidades encargadas del manejo del medio ambiente para fortalecer la conservación de la biodiversidad, ligada a incentivar y crear mecanismos de desarrollo económico para los habitantes de esta zona de manera que tengan otras alternativas de producción para que no sigan interviniendo el bosque y los recursos naturales sin una planificación concreta y enfocada a un manejo sostenible y la conservación de la biodiversidad.

**5.5.2 Programas, proyectos y actividades.** La formulación de los proyectos pretende dar solución a la mayoría de los conflictos que presenta la población a causa del mal manejo de los recursos creando conciencia en toda la comunidad involucrada para poder implementar estrategias eficientes que permitan la continua sostenibilidad de los recursos naturales que son aprovechados y explotados diariamente.

**Población a quien está dirigido el proyecto:** Jóvenes, Mujeres y personas de la tercera edad para actividades que no demanden grandes esfuerzos físicos, y adultos para actividades de reforestación y otras, ubicados en el área de desarrollo del proyecto.

**PROGRAMA 1: conservación, protección, recuperación y restauración ambiental, hídrica y de bosques**

**Proyecto 1: Aislamiento y restauración de áreas de sub paramo, bosque y cauces de la microcuenca**

**Objetivo:** conservar y recuperar áreas de alta montaña que actualmente se encuentran en poca cobertura vegetal, arbustiva y frenar la desprotección del suelo.

**Justificación:** Las practicas productivas, no sostenibles ocasionadas por el hombre han generado la expansión de la frontera agropecuaria, reducción de masa boscosa por la extracción de leña y madera para uso domésticos y comerciales, reducen la biodiversidad del mismo, con la ampliación de programas se busca proteger y conservar las áreas boscosas degradadas para evitar la desaparición de estos ecosistemas por la actividad antropica.

**Metodología:** Esta etapa comprende el aislamiento y recuperación de riveras de quebradas la cual se inicia con un aprobación de los propietarios y una inspección ocular de los sitios a aislar; para la selección de estos se debe tener en cuenta aspectos como el fácil y continuo acceso de los animales a las fuentes de agua, la falta de cobertura vegetal en las riveras y el grado de deterioro erosivo de las mismas. Luego se realizará el aislamiento con cerca de alambre de 3 cuerdas y postes a cada 1,8mts; teniendo en cuenta que la distancia mínima a cada lado de las riveras será de 3mt. A lo largo de la cerca y a 0,5mt. de estas serán sembradas 1.500 plántulas nativas cada 3 metros para que constituyan una cerca viva y con el tiempo remplacen la cerca de postes. Se realizará mantenimiento de las cercas vivas cada 3 meses lo cual incluye plateo, deshierbe y fertilización.

Como al realizar el aislamiento de las riveras de quebradas estamos impidiendo el acceso de los animales a su fuente de agua, instalaremos 20 bebederos plásticos donde se requieran con capacidad para 200 litros de agua; el agua será transportada en manguera con diámetro de  $\frac{3}{4}$  de pulgada y será adaptado un flotador “tipo sistema” en la manguera para impedir el paso constante del agua y evitar que se genere erosión en los potreros.

**Alcances:** anexas la mayor cantidad de áreas que establecidas sus características físicas, deben decretarse zonas de conservación y protección. De la misma forma se alcanzara la protección y conservación de los recursos naturales debido al mejoramiento de las condiciones ecológicas y biofísicas.

**Financiación:** El proyecto será financiado por el sistema de transferencias, Recursos de crédito y cooperación.

**Indicadores:**

\* Metros cuadrados de áreas protegidas y recuperadas

\* Numero de kilómetros de corrientes de agua aislados y en proceso de recuperación.

\* Numero de fincas vinculadas directamente a las actividades del proyecto.

**Metas:** 4.5km de riveras de quebradas, lagunas y bosques aislados e instalación de 20 bebederos para animales.

**Cuadro 59. Costos estimados del proyecto 1, programa 1 (costos para el año 2013)**

<b>Actividad</b>	<b>Duración (meses)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Identificación y caracterización de posibles áreas estratégicas y riveras de quebradas	1.5	3.500.000
Delimitación cartográfica de las áreas estratégicas ubicación de predios	2	3.800.000
Aislar las riveras de quebradas, humedales y bosques y a lo largo de estos instalar las cercas vivas con especies nativas.	2	54.000.000
Instalar 20 bebederos cerca a las quebradas y ponerlos en funcionamiento.	1	10.500.000
Realizar mantenimiento de las cercas vivas cada 3 meses	9	24.000.000
	<b>TOTAL</b>	<b>95.800.000</b>

Fuente: Autor del proyecto

## **Proyecto 2: Construcción y operación de un vivero semipermanente**

**Objetivo:** crear un vivero semipermanente que produzca las plantas necesarias en la reforestación de la microcuenca

**Justificación:** es importante contar con material vegetativo disponible para sembrar, por esta razón se recomienda hacer un vivero semipermanente en la zona, debido a que los costos del material y transporte se disminuirán y así se obtendrían las plantas para la reforestación en la microcuenca mas fácilmente. Además se genera empleo utilizando la mano de obra de la comunidad, lo cual los incentiva y compromete con el proyecto.

**Metodología:** se realizara un contacto previo con la comunidad, se selecciona el sitio de instalación del vivero de acuerdo a conceptos técnicos, se diseña y se pone en marcha el vivero.

**Financiación:** El proyecto será financiado por el sistema de transferencias, Recursos de crédito y cooperación.

### **Indicadores:**

- \* Numero de especies arbóreas utilizadas
- \* Grado de sobrevivencia de plántulas

**Metas:** Producción de 20.000 plántulas en el vivero utilizando mano de obra de la comunidad

**Cuadro 60. Costos estimados del proyecto 2, programa 1 (costos para el año 2013)**

<b>Actividad</b>	<b>Duración (meses)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Selección del sitio y diseño del vivero	1	2.000.000
Construcción del vivero	1	4.800.000
Producción de plántulas	4	2.500.000
Manejo del vivero para futuras reforestaciones	10	20.500.000
	<b>TOTAL</b>	<b>29.800.000</b>

Fuente: Autor del proyecto

### **Proyecto 3: Reforestación y aislamiento de 20 hectáreas de humedales y afloramientos de agua**

**Objetivo:** Realizar, monitorear y manejar plantaciones, recuperar fuentes hídricas en proceso de degradación para mitigar los impactos negativos que se han causado por la continua e irracional explotación de los recursos naturales y el uso inadecuado de los suelos.

**Justificación:** es importante proteger y conservar estas áreas debido al constante avance en la disminución del caudal de las corrientes hídricas, deterioro del suelo, alta deforestación, el avance de la expansión de la frontera agrícola y la falta de vigilancia donde aflora. Esto conlleva a tomar medidas correctivas que permitan mitigar los daños generados al recurso siendo necesario el aislamiento de estas zonas de vital importancia para la conservación y protección del mismo.

**Metodología:** Se realizará la plantación la cual se inicia con un contacto previo con la comunidad para concretar los sitios a reforestar teniendo en cuenta los siguientes criterios de selección: Priorizar aquellas área estratégicas por sus aportes hídricos a acueductos domiciliarios y de riego, cuerpos hídricos que se encuentra en la zona de recepción de la microcuenca (parte alta) y que estén en proceso de degradación, áreas que se encuentren desprovistas de vegetación y

sean propensas a la erosión hídrica. Se debe firmar un acta de compromiso por parte de cada propietario de la finca en la cual se compromete a cuidar y mantener las plantaciones, obras y materiales entregados. El área a reforestar en cada nacimiento de agua, reservorio y humedal dependerá de su tamaño y de la disponibilidad del propietario del predio ya que éste es un sector de minifundios.

Después de haber ejecutado el procedimiento anterior se procede a realizar el trazado, marcación, plateo (1mt. Diámetro), ahoyado, selección y transporte de plántulas, plantación, fertilización (1kg/plántula) y por último el aislamiento con cerca de alambre. La densidad de siembra será de 816 árboles por hectárea, la distancia entre los postes de cerca será 2.5mt. y a lo largo del cercado habrán tres líneas de alambre; habrá una distancia de 40cm. entre la cerca y las plántulas sembradas. Cuarenta días después de realizada la plantación se verifica la mortalidad de plántulas y se hace la resiembra o replante.

**Financiación:** El proyecto será financiado por el sistema de transferencias, Recursos de crédito y cooperación.

**Indicadores:**

- \* Numero de hectáreas de nacimientos de agua y reservorios reforestados y aislados.
- \* Numero de acueductos beneficiados
- \* Número de fincas reforestadas y/o aisladas
- \* Porcentaje de sobrevivencia y crecimiento de árboles al finalizar el proyecto

**Metas:** 16.320 Plántulas plantadas y 20 hectáreas aisladas y reforestadas distribuidas en nacimientos de agua, en humedales y en reservorios de agua. El área reforestada manejada de acuerdo a un plan de mantenimiento establecido.

**Cuadro 61. Costos estimados del proyecto 3, programa 1 (costos para el año 2013)**

<b>Actividad</b>	<b>Duración (meses)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Selección de áreas a reforestar	1.5	2.000.000
Compra de materiales y herramientas	2	22.800.000
Transporte de plántulas y materiales	2	700.000
Trazado, cercado, ahoyado, fertilización y siembra	1	13.200.000
Mantenimiento de las plantaciones (2)	9	14.000.000
	<b>TOTAL</b>	<b>52.700.000</b>

Fuente: Autores del proyecto

## **PROGRAMA 2: capacitación y educación ambiental a la comunidad**

**Proyecto 1: Capacitación sobre manejo de viveros y plantaciones forestales, conservación ambiental, implementación de sistemas agroforestales y educación ambiental.**

**Objetivo:** Plantear y desarrollar programas de capacitación y concientización de la comunidad para que evalúen y aprecien los recursos naturales definiendo actividades que contribuyan a la conservación y recuperación de los mismos.

**Justificación:** Los programas de formación y cursos comunitarios son muy importantes porque la comunidad conoce de cerca la problemática, se apropian de las situaciones y hacen parte de la solución; estos apoyarán con dinámicas, juegos y salidas de campo con el fin de incentivar a la comunidad para lograr una integración y compromiso social; también se pondrán en marcha el diseño, planificación e implementación del vivero transitorio.

**Metodología:** Para incentivar la participación de la población se ofrecerán refrigerios y almuerzos comunitarios. Los contenidos temáticos a desarrollar son: Tipos de reproducción de especies forestales, selección de semillas forestales,

viveros forestales, tipos de plantaciones, protección forestal, educación ambiental y ecología humana los cuales se evacuarán permitiendo una relación participativa entre instructores y asistentes; se hará entrega a cada participante de carpetas con documentos y artículos relacionados con los temas, también se llevara un control de asistencia a todos los talleres realizados.

También se tratarán temáticas de conservación ambiental y plantaciones forestales dirigidos a los campesinos en la cual se incluyen los temas de ecología humana, situación ambiental actual, ecosistemas, biodiversidad, consecuencias de la contaminación, regulación y calidad del agua, prácticas de conservación de suelos; además se trataran temas sobre fenología de los árboles, plantaciones forestales, reforestación, manejo de plantaciones, prácticas sivilculturales.

El tema de sistemas agroforestales incluye definición y beneficios de los sistemas agroforestales, componentes de un sistema, tipos de sistemas, producción sostenible, entre otros. También se realizaran talleres sobre implementación y manejo de lombricultura.

Se intervendrá trabajando con charlas y talleres de educación ambiental y manejo de procesos psicosociales en relación al desarrollo de los componentes niñez – medio ambiente, dirigido las escuelas del área rural y del área urbana en donde se tratarán los siguientes temas: La naturaleza, clasificación de los recursos naturales, importancia de conservar, el hombre y el medio ambiente, compromisos psicosociales, desarrollo mental vs medio ambiente y fomento de aptitudes ecologistas. Los temas se evacuarán realizando dinámicas de integración, talleres de expresión artística y salidas de campo.

Del trabajo realizado con la comunidad se elaborara de una cartilla para crear conciencia del buen manejo de la microcuenca la cual podría titularse “Mi Quebrada El Ramal”.

**Financiación:** El proyecto será financiado por el sistema de transferencias, Recursos de crédito y cooperación.

**Indicadores:**

\* Se espera que la población a quien va dirigido el proyecto adquiera conocimientos y desarrolle destrezas en el manejo adecuado de los recursos ambientales y la vez mejore su calidad de vida.

\* Numero de personas instruidas y formadas en temas de educación ambiental, de conservación de recursos naturales y de sistema agroforestales.

\* Porcentaje de cumplimiento de las horas y actividades establecidas en los programas de capacitación

\* Número de asistentes que acudieron a todos los talleres y eventos programados

\* Número de asistentes a las capacitaciones que implementaron algunas de las iniciativas difundidas

**Metas:** Jóvenes de la comunidad realizando un curso básico y vinculado en la ejecución del proyecto y estudiantes de las escuelas ubicadas dentro de la micro cuenca vinculados a talleres de educación ambiental.

Campeños vinculados a procesos de formación en temas de conservación ambiental, establecimiento, manejo de plantaciones y sistemas agroforestales sostenibles.

**Cuadro 62. Costos estimados del proyecto 1, programa 2 (costos para el año 2013)**

<b>Actividad</b>	<b>Duración (meses)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Diseñar los cursos básicos sobre manejo de viveros y plantaciones forestales, conservación ambiental, implementación de sistemas agroforestales y educación ambiental	1	1.500.000
Realización de charlas y talleres participativos con la comunidad de la micro cuenca	2	7.200.000
Almuerzos y refrigerios	2	1.800.000
	<b>TOTAL</b>	<b>10.500.000</b>

Fuente: Autor del proyecto

### **PROGRAMA 3: Implementación de sistemas de producción sostenible**

#### **Proyecto 1: Implementación de cultivos con abonos orgánicos, capacitación técnica de reciclaje y labranza mínima.**

**Objetivo:** Disminuir la contaminación y degradación del suelo mediante la sustitución del manejo tradicional de abonos químicos por la implementación de abonos orgánicos, producidos por los mismos habitantes con recursos obtenidos de sus predios.

**Justificación:** La producción convencional de los cultivos agrícolas de la micro cuenca el Ramal incluye fertilización con productos químicos ocasionando elevados costos de producción, pérdida de fertilidad del suelo y contaminación por sedimentación a las corrientes hídricas. Mediante la implementación de lombriceros, elaboración de compost y aprovechamiento de productos reciclados en los predios se pretende obtener mayores ganancias económicas y ambientales en la zona.

**Metodología:** Por medio de talleres demostrativos se induce a la comunidad en la utilización de abonos orgánicos, y se exponen los beneficios que estas prácticas ofrecen a la comunidad. Posteriormente se instaure en los predios el cultivo de lombriz roja californiana, para esto es necesario la construcción de un sistema cama, puede ser directamente en el suelo, o en lo alto, siempre en un lugar donde se evite el daño de las camas por interacción de animales. El tamaño oscila entre 1 metro de ancho y la longitud varía dependiendo de la cantidad que se desee manejar, los materiales para la construcción de las camas se obtienen de la misma zona (madera, poli sombra, arena, estiércol, residuos vegetales semi descompuestos, cal, cemento), lo que hace esta propuesta muy viable por los bajos costos que esto implica para la comunidad.

La producción de compost es otra alternativa de producción de materia orgánica de bajo costo y fácil de implementar, las materias necesarias para la producción de compost se encuentran dentro de la finca, como son: estiércoles calientes, cabras, ovejas, aves de corral, caballos, y fríos como vacuno o porcino, material vegetal desechos de cosecha, pastos rastrojos, hojarasca, cal domilitica, cenizas y caldos microbiales aeróbico y anaeróbico. Se puede establecer en montón en cajón o en trinchos, la duración del proceso de descomposición de la materia orgánica y la producción de abono, oscila entre 60 a 90 días, dependiendo de la temperatura que alcance la pila y es más eficiente, entre más rápido se incorpore al suelo.

**Financiación:** El proyecto será financiado por el Ministerio de Agricultura, alcaldías, recursos de crédito, cooperación y contrapartidas de la comunidad.

**Indicadores:**

- \* Calidad de los sistemas productivos implementados (m<sup>2</sup>)
- \* Cantidad de parcelas demostrativas en el área de influencia del proyecto.

\* Numero de campesinos que implementan procesos de reducción de conflictos de uso de las tierras.

**Metas:** Producción de abono orgánico, esperando obtener una mayor producción de los cultivos buscando cosechas libres de productos químicos.  
Implementación de cultivo de lombriz y labranza mínima.

**Cuadro 63. Costos estimados del proyecto 1, programa 3 (costos para el año 2013).**

Actividad	Duración (meses)	Costo (\$)
Producción 20 ton. de abonos orgánicos para la fertilización de las plantaciones, sistemas agroforestales y cultivos a establecer, esto incluye siembra y mantenimiento.	3.5	16.200.000
Instauración del cultivo de lombriz roja californiana en 15 fincas	3	12.000.000
Implementación de reciclaje y labranza mínima en 15 fincas	3	2.800.000
	<b>TOTAL</b>	<b>31.000.000</b>

Fuente: Autor del proyecto

### **Proyecto 2: Implementación de sistemas agroforestales, huertas familiares y producción de especies menores**

**Objetivo:** establecer dentro de los predios áreas de cultivo y sistemas de producción pecuaria esenciales para la buena alimentación que contribuyan al mejoramiento de la nutrición y economía familiar.

**Justificación:** La producción agrícola y pecuaria de estas zonas es manejada tradicionalmente con monocultivos de unas pocas especies, convirtiendo la dieta alimenticia de las familias en monótona y desbalanceada, a su vez desconociendo que se pueden implementar cultivos ricos en vitaminas y minerales importantes

para una buena alimentación, y muchas veces se ven en la necesidad de adquirir alimentos que ellos mismos pueden producir, en los mercados locales ocasionando gastos adicionales en detrimento de su economía, por lo tanto se busca generar conciencia de una buena alimentación dentro del núcleo familiar.

La producción pecuaria es muy rudimentaria e ineficiente por la falta de un adecuado manejo, desarrollo genético e implementación de tecnologías que mejoren esta actividad.

**Metodología:** Se establecen en los predios parcelas con una área no mayor de 100 m<sup>2</sup> cercanas a las viviendas, en zonas de poca pendiente y de fácil acceso de riego, el material recomendado a producir en las huertas es: tomate de árbol, lulo, hortalizas, cilantro, arracacha, ahuyama, frijol, maíz, cítricos, y plantas medicinales como: hierbabuena, salvia, ortiga, tomillo, paico, ruda, manzanilla y demás especies que los campesinos puedan adoptar para interés particular.

En la parte alta de la microcuenca los sistemas pecuarios que son viables para su establecimiento, es la ganadería de doble propósito combinada con la porcicultura y la carpicultura sami extensiva, también las condiciones ambientales son aptas para la piscicultura (trucha) y en la media y baja se pueden adaptar la piscicultura (mojarra, tilapia y cachama) y predomina la explotación caprina estabulada.

**Financiación:** El proyecto será financiado por el Ministerio de Agricultura, alcaldías, recursos de crédito, cooperación y contrapartidas de la comunidad.

**Indicadores:**

- \* 76 huertas caceras y los productos obtenidos.
- \* Calidad de los sistemas agroforestales implementados
- \* Numero de campesinos que implementan huertas familiares.
- \* Producción pecuaria por cada familia a baja escala.

**Metas:** Capacitación a la comunidad sobre huertos mixtos y producción agrícola y pecuaria e implementación de los mismos.

**Cuadro 64. Costos estimados del proyecto 2, programa 3 (costos para el año 2013)**

<b>Actividad</b>	<b>Duración (meses)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Planificar, diseñar, establecer y mantener 3 has. en sistemas agroforestales (Silvoagrícola Silvopastoril)	3.5	4.900.000
Instauración huertas familiares en 76 fincas	3	8.200.000
Adecuar instalaciones pecuarias (estanques, apriscos, corrales )	6	20.000.000
	<b>TOTAL</b>	<b>33.100.000</b>

Fuente: Autor del proyecto

#### **PROGRAMA 4: Organización, participación y fortalecimiento comunitario.**

##### **Proyecto 1: Talleres de capacitación para establecer y fortalecer las asociaciones de productores**

**Objetivo:** conocer las ventajas de las cooperativas y los alcances de las juntas de acción comunal.

**Justificación:** debido a la falta de asociaciones es importante que la comunidad se asocie para generar un mejor desarrollo, siendo las cooperativas una de las formas de asociación con mayores ventajas para poder desarrollasen. Por otra parte es importante fortalecer las juntas de acción comunal para que estas puedan gestionar los distintos proyectos y programas que beneficien a las comunidades.

**Metodología:** se desarrollaran talleres participativos con la comunidad para dar a conocer conceptos relacionados con las cooperativas y juntas de acción comunal.

**Financiación:** Sistema de transferencias, recursos de crédito cooperación.

**Indicador:** Talleres educacionales participativos a 60 personas.

**Cuadro 65. Costos estimados del proyecto 1, programa 4 (costos para el año 2013)**

<b>Actividad</b>	<b>Duración (meses)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Realización de 4 talleres de capacitación	1	2.900.000
Refrigerios para los asistentes	1	500.000
	<b>TOTAL</b>	<b>3.400.000</b>

Fuente: Autor del proyecto

## **PROGRAMA 5: Mejoramiento de la infraestructura de vivienda y de la red vial en el área de influencia**

### **Proyecto 1: Mantenimiento de vías**

**Objetivo:** mantener en buen estado las vías de influencia directa de la microcuenca

**Justificación:** las vías dentro de la microcuenca es uno de los factores, de gran importancia para el desarrollo, por este motivo es importante mantenerlas en buen estado, haciendo un adecuado mantenimiento y manejo de taludes ya que son en estos donde se presentan fuertes problemas de erosión, con el adecuado mantenimiento se disminuyen los costos de producción y se aumenta la calidad de vida.

**Metodología:** se debe realizar cada 6 meses, haciendo un raspado a la vía con una aplicación de recebo y un manejo de taludes.

**Financiación:** El proyecto será financiado por el Ministerio de transporte, alcaldías, recursos de crédito, cooperación y contrapartidas de la comunidad.

**Indicador:** estabilización de 6 taludes en alto grado de deterioro sobre el área estratégica logrando detener el avance de los procesos erosivos más acentuados del área.

**Cuadro 66. Costos estimados del proyecto 1, programa 5 (costos para el año 2013)**

Actividad	Duración (meses)	Costo (\$)
Manejo de 6 taludes	2	21.000.000
Raspado y recebado de 12 km. de carretera	6	92.000.000
	<b>TOTAL</b>	<b>113.000.000</b>

Fuente: Autor del proyecto

## **Proyecto 2: Mejoramiento de vivienda rural**

**Objetivo:** mejorar la calidad de las viviendas para que los campesinos habiten en mejores condiciones

**Justificación:** debido a que el estado actual de las viviendas es muy regular, es importante aplicar un proyecto de mejoramiento de vivienda que sirva en el aumento de la calidad de vida y en algunos casos disminuir el hacinamiento que se presenta en varias viviendas.

**Metodología:** se debe realizar teniendo en cuenta el porcentaje de las viviendas que se encuentran en malas condiciones, y los dueños de cada una de estas pondrán la mano de obra calificada.

**Financiación:** Sistema de transferencia, recursos de crédito y cooperación.

**Indicador:** Mejoramiento de 16 pisos de 12 techos, compra e instalación de 20 sanitarios y ampliación de 12 viviendas en la zona de influencia de la microcuenca.

**Cuadro 67. Costos estimados del proyecto 2, programa 5 (costos para el año 2013)**

<b>Actividad</b>	<b>Duración (meses)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Mejoramiento de 16 pisos en las viviendas	3	26.000.000
Mejoramiento de 12 techos	3	25.500.000
Ampliación de la vivienda a 12 familias	3	15.800.000
Compra e instalación de 20 unidades sanitarias	6	19.600.000
	<b>TOTAL</b>	<b>86.900.000</b>

Fuente: Autor del proyecto

## CONCLUSIONES

La microcuenca cuenta con buenas condiciones de suelos que permiten altas capacidades de infiltración por lo tanto hay una gran cantidad de afloramientos de agua para las familias que viven en ésta, pero su manejo en cuanto a coberturas ha incidido en desbalances en la escorrentía superficial ocasionado pérdidas de suelo y desperdicio del recurso hídrico

Los indicadores biológicos permitieron concluir que la microcuenca El ramal posee aguas limpias y muy oxigenadas, debido a la abundancia de especies bentónicas cuyo único hábitat son este tipo de aguas.

La mediana susceptibilidad de la microcuenca lleva a la realización de proyectos de protección y corrección de torrentes

Las precipitaciones para los meses de Febrero, abril, Mayo, Julio, Agosto, Octubre son mayores, en los meses de enero y marzo el déficit de agua es causado por la baja precipitación, altas temperaturas y demás factores, para el balance hídrico realizado durante el periodo no presenta déficit de agua ya que la reserva fue mayor, pero si se requiere la organización del uso del recurso hídrico.

Del hidrógrama unitario, se obtuvo que la curva de descenso es de alta inclinación, lo que indica que la microcuenca no regula la escorrentía de tal forma que la probabilidades de avenidas son considerablemente altas, además se analizó que las pocas áreas de bosque incrementa la escorrentía superficial.

Los resultados del estado socio-económico evaluados con base a la matriz DOFA, los factores internos corresponde a 3.07 lo cual indica que los sistemas son sustentables, pero se hace necesario implementar sistemas productivos sostenibles que mejoren la calidad de vida. Mientras que el resultado del factor

externo ponderado corresponde a 2,83 lo cual indica riesgo pues son más importantes las amenazas que las oportunidades.

La reducción del área silvestre tiene un impacto de 3,45 considerado bajo, en fauna y flora pero si la evolución progresa puede que se presente la extinción de algunas especies nativas lo cual ocasionaría un impacto irreversible.

La pérdida de ecosistemas estratégicos ha tenido una calificación ambiental de 7,168 indicando una alta degradación del bosque alto Andino afectando especialmente el Roble, por lo tanto amerita ser protegido y restaurado.

En cuanto a la pérdida de la calidad del agua arroja un puntaje de 3,72 lo cual indica que por el momento no se ha deteriorado su calidad.

La erosión en la parte alta de la vereda Jagui se calificó con un puntaje de 7,515 por lo tanto es un impacto altamente negativo.

La contaminación del recurso hídrico también produce un impacto ambiental negativo, con una calificación de 6,984 de importancia ambiental alta lo cual significa que por la desviación y mal uso del recurso hídrico se presenta un impacto elevado.

La especie con mayor representación en el bosque alto Andino de la microcuenca en el estrato fustal es el roble (*Quercus humboldtii*) 67,79% de presencia relativa, convirtiéndose en la especie más dominante con una participación de un 83,06%. La especie forestal Encenillo (*Weimania sp*) con una participación de 9,62% se constituye en la especie con mayor asociación y aceptación dentro del bosque inventariado.

Las cadenas alimenticias son muy simples debido a que sus poblaciones de fauna están muy diezmadas

La formulación del plan de ordenamiento permite alcanzar armonía en el uso de los recursos de forma integral, mediante la integración directa de la comunidad en el manejo de la microcuenca, y así lograr elevar el nivel de vida.

## RECOMENDACIONES

La importancia de la planificación integral de las cuencas hidrográficas como único eje del aprovisionamiento del recurso agua, hace necesaria la integración activa de la comunidad en programas que conlleven al mantenimiento y regulación de este recurso.

Se le debe prestar especial atención a las propuestas formuladas en el Plan de Ordenación y Manejo de la microcuenca ya que estas han sido planteadas de acuerdo a los resultados obtenidos del diagnóstico socioeconómico y ambiental, el cual arrojó información muy importante sobre la problemática actual y las necesidades básicas insatisfechas; este mismo diagnóstico nos da las pautas para buscar las líneas base en la solución de las dificultades.

Es necesario manejar adecuadamente los predios y fincas como una Unidad intermitente y funcional de estos ecosistemas logrando con ello la ordenación territorial de cultivos y con esto evitar la expansión de la frontera agrícola y pecuaria que generan impactos ambientales a estos ecosistemas, afectando e interrumpiendo el ciclo hidrológico presente y la biodiversidad de fauna y flora característica de estos ecosistemas.

Se debe orientar el desarrollo regional de las fincas ante los procesos productivos, fomentando la integración de los propietarios y vecinos, garantizando la participación activa en el desarrollo sostenible de los procesos de producción y conservación de los recursos naturales. Así se contribuye a fortalecer el núcleo familiar en los procesos de desarrollo veredal y regional que conlleven al mejoramiento y calidad de vida, de manera que aseguren su sostenibilidad.

Para el desarrollo y ejecución de este tipo de proyectos, es fundamental que las comunidades campesinas, conozcan los beneficios, derechos, deberes y

responsabilidades que se obtienen y se adquieren al vincularse como actores del proyecto, permitiendo el mayor rendimiento y confiabilidad por parte de estos en la ejecución de los proyectos.

En la realización de proyectos, es necesario gestionar recursos económicos en los que se deben contemplar las necesidades actuales de los propietarios de predios en la microcuenca, permitiendo establecer fincas modelo y con ello, permitir llamar la atención de nuevos procesos, de acuerdo como se propone en el presente plan.

Para fomentar el Ecoturismo es conveniente establecer en la microcuenca la función recreativa, ya que el uso de bosques con fines de turismo ha aumentado en importancia, como por ejemplo, el recorrido por los trayectos de las zonas de la reserva y ecoturismo, como aspectos que pueden generar contribuciones económicas a la población rural allí presente.

Es indispensable proteger áreas específicas dentro de la microcuenca con coberturas vegetales como plantaciones productoras protectoras, de restauración y áreas específicas de manejo. También se debe implementar sistemas con especies forestales forrajeras, árboles frutales, pastos y variedades de cultivos transitorios, establecer cercas vivas que alinderen la finca, establecer y fomentar viveros semipermanentes con fines de protección de quebradas, afloramientos y humedales encontrados sin vegetación protectora.

Se debe dar una capacitación a los pobladores ya que son ellos los que deciden que uso darle a los recursos y se convierten en un elemento de gran importancia dentro de la microcuenca, para esto se estableció un segundo programa denominado “Capacitación y educación ambiental a la comunidad” esto ya que en el área de estudio es evidente la falta de conocimientos conservacionistas.

## BIBLIOGRAFIA

GONZÁLEZ D, A. A. Efectos de la quema sobre la fertilidad del suelo para plantaciones forestales [online]. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. [Consultado junio 2013] Disponible en: <http://146.83.41.79/profesor/migcasti/linfor/memoria/1986-ENRIQUE%20MODER%20Z.%20-%20SP.doc>.

HENAO SARMIENTO, Jesús Eugenio. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Santa Fe de Bogotá: USTA, 1998. 176p.

IDEAM. Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia [online]. Segunda Versión. Bogotá: IDEAM, 2008, 92p. [Consultado junio 2013] Disponible en: <http://corponarino.gov.co/expedientes/documentacion/ayudaa/guiadecuenca2008.pdf>

LAMPRECHT, Hans. Silvicultura en los trópicos/Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas -posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido [online]. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Eschborn, 1990. [Consultado junio 2013] Disponible en: [http://wiki.neotropicos.org/index.php?title=Lamprecht%2C\\_Hans.\\_1990.&action=edit](http://wiki.neotropicos.org/index.php?title=Lamprecht%2C_Hans._1990.&action=edit)

LISLEY, KOHLER y PAUCUS. Hidrología para ingenieros, Bogotá: McGraw-Hill, 1977.

MATHEUS, C. E. et. al. Manual de análisis limnológicas. Brasil: Universidad de Sao Paulo. Centro de Recursos Hídricos y Ecología aplicada, 1995. P 30-32

MELO, Omar Aurelio et al. Cuantificación de la Diversidad Florística y Análisis Estructural de Ecosistemas Tropicales. Ibagué: Universidad del Tolima, Centro Forestal Tropical, 1997

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Versión 1.0. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Dirección de Gestión Integral de Recurso Hídrico, 2013.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE - CONIF. Manual de métodos y procedimientos: sistema de monitoreo de áreas forestales del Pacífico colombiano - Bogotá, Colombia: Ministerio del Medio Ambiente, 1999

ODUM P. Eugene. Ecología, el vinculo entre las ciencias naturales y sociales. San Juan Tlihuaca: Continental, 1993. 295p.

ROLDAN PEREZ, Gabriel. Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia y el estudio titulado las comunidades bentónicas y periféricas como base para la evaluación de los sistemas hídricos lóticos. Bucaramanga: UIS. 2002. snp.



**Vivienda**Tipo \_\_\_\_\_ N° habitaciones \_\_\_\_\_ Área \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

Estado \_\_\_\_\_

<b>Servicios</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Observaciones</b>
Electricidad			
Sanitarios			
Pozo séptico			
Agua: Acueducto			
Sistema de conducción			
Almacenamiento			
Sistema de riego			

<b>Acceso</b>	<b>Estado</b>	<b>Distancia vía principal</b>	
		<b>Metros</b>	<b>Tiempo (mins)</b>
Camino			
Carreteable			
Otros			

<b>Disponibilidad de agua</b>		
<b>Fuente</b>	<b>Permanente</b>	<b>Temporal (meses)</b>
Río		
Quebrada		
Nacimiento		
Otros		
<b>Almacenamiento</b>	<b>Volumen (metros cúbicos)</b>	<b>N° de usuarios</b>
Tanque individual		
Tanque comunal		
<b>Medio de conducción</b>	<b>Distancia entre la fuente y la casa</b>	
Manguera		
Tubo		
Otros		

<b>Cultivos principales</b>				
Tipo	Área (ha)	Producción anual (kg)		
		Consumo	Mercadeo	Total

### Producción pecuaria

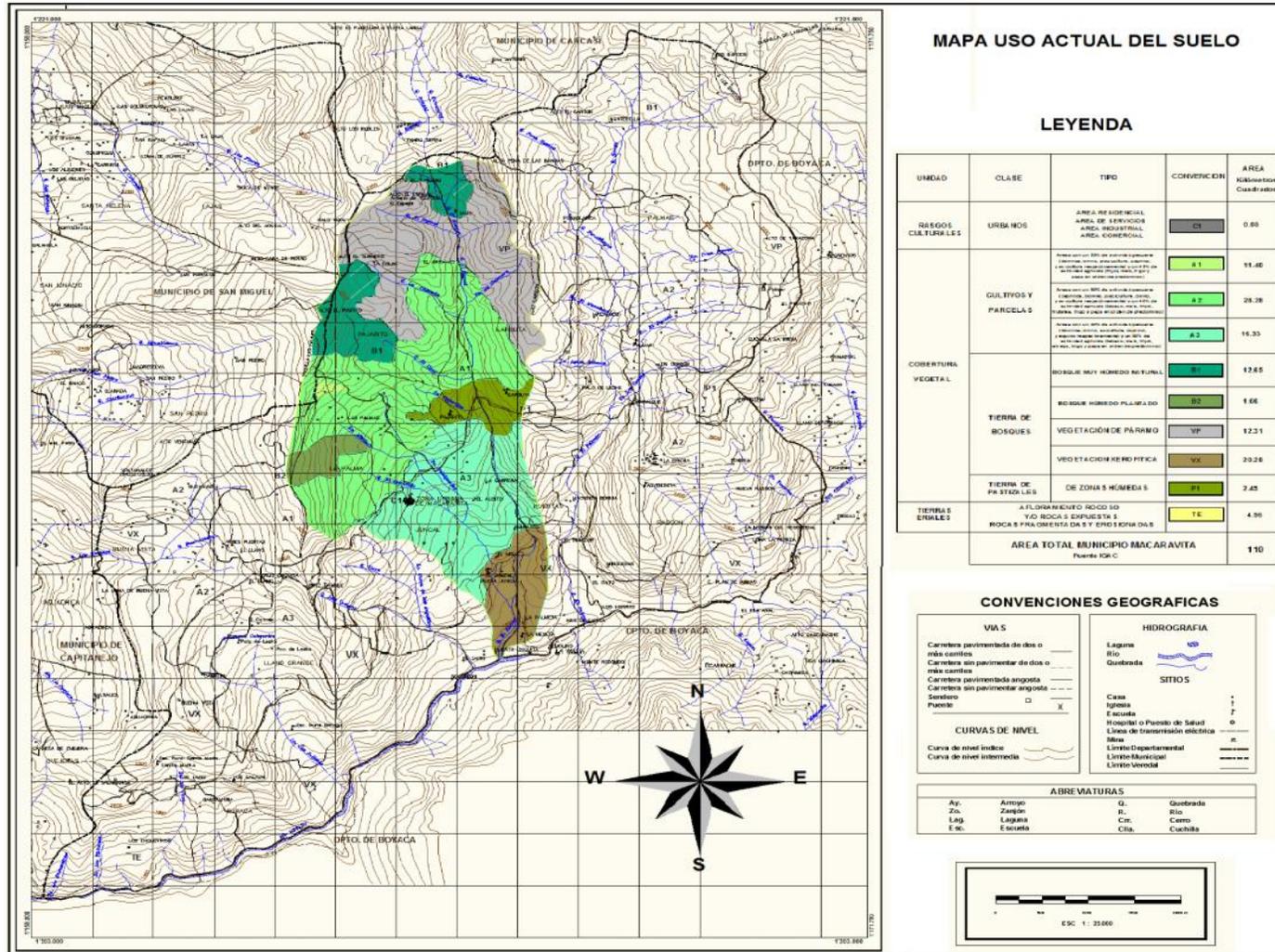
Clase	Cantidad	Producción anual	Consumo	Mercadeo
Bovinos	_____	_____	_____	_____
Porcinos	_____	_____	_____	_____
Caprinos	_____	_____	_____	_____
Aves	_____	_____	_____	_____
Conejos	_____	_____	_____	_____
Animales labor	_____	_____	_____	_____
Leche	_____	_____	_____	_____
Huevos	_____	_____	_____	_____
Otros cual	_____	_____	_____	_____

<b>Bosques</b>			
	Especies utilizadas	Venta	Escasez
Leña			
Horcones			
Madera			
Conservación			
Otros			
<b>Área (ha)</b>		<b>Estado</b>	
Presencia de bosque natural _____		_____	
Presencia de plantaciones _____		_____	

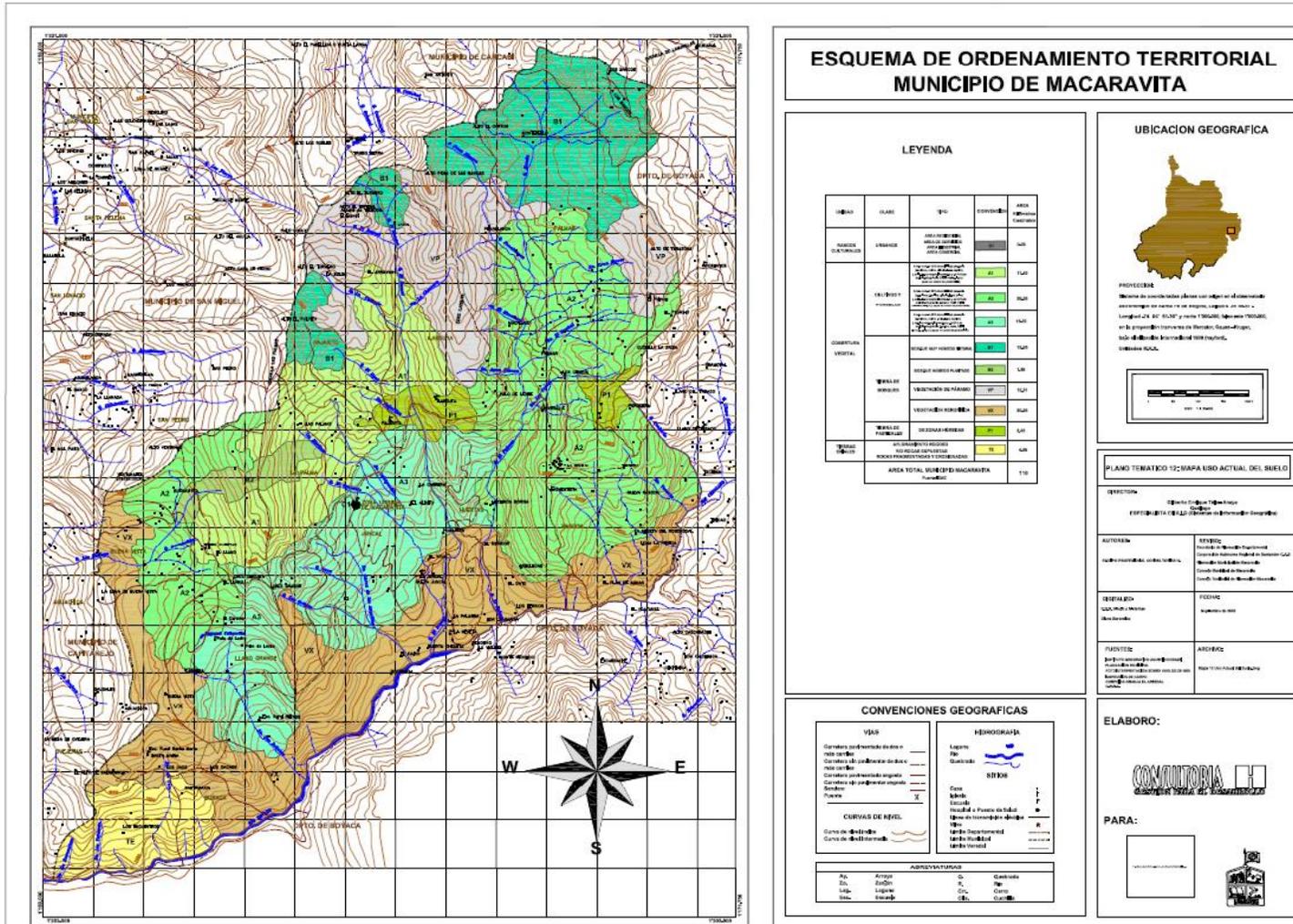


## Anexo B. Mapas sin modificar

### Mapa 1. Uso actual del suelo

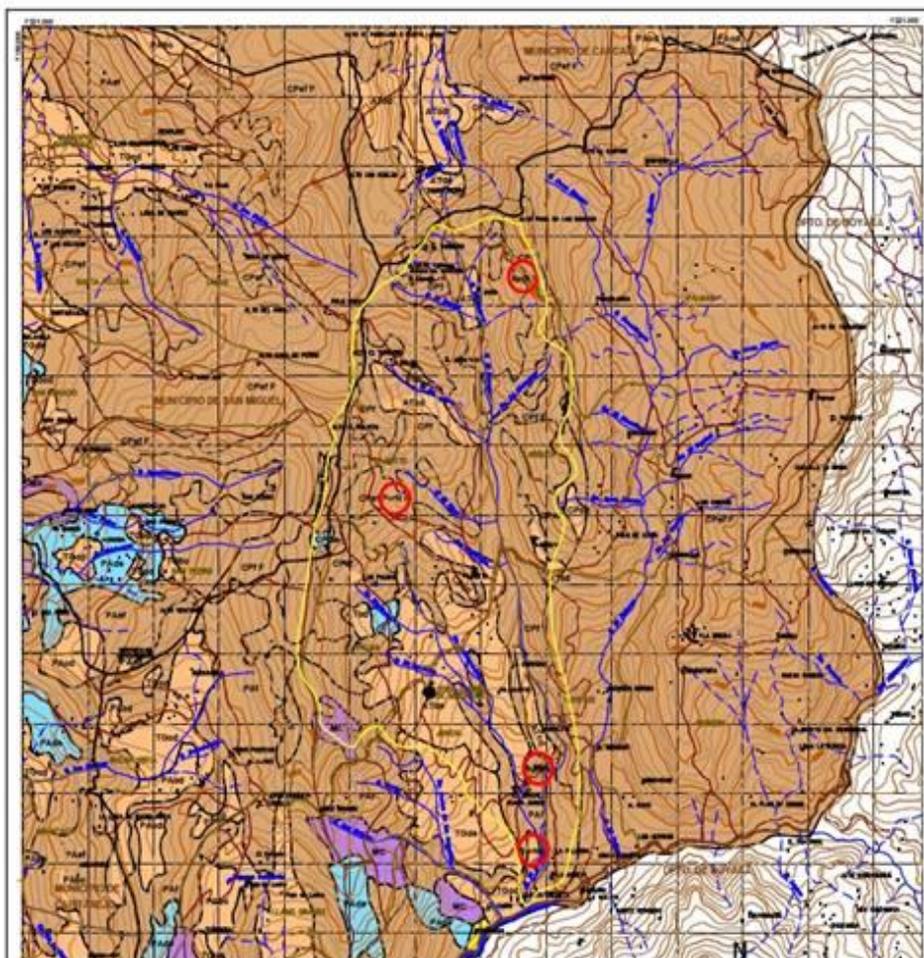


Mapa 2. Uso potencial del suelo





Mapa 4. Agrologico



## ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL MUNICIPIO DE MACARAVITA

### LEYENDA

CONVERSION DE LA CLASIFICACION DEBIDA DE LAS TIERRAS SEGUN SU CAPACIDAD DE USO

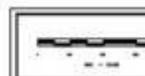
CLASE	DESCRIPCION	SUBCLASE	CONVERSION	AREA TOTAL
1	Clase: Tierra de alta capacidad agrícola. Incluye terrenos con alta fertilidad y capacidad de retención de agua. Se recomienda para cultivos de alto rendimiento y uso intensivo. Incluye terrenos con capacidad agrícola superior a 100 t/ha.	A	100%	0,38
2	Clase: Tierra de capacidad agrícola moderada. Incluye terrenos con capacidad agrícola moderada y uso moderado. Incluye terrenos con capacidad agrícola entre 50 y 100 t/ha.	B	50%	16,75
3	Clase: Tierra de capacidad agrícola baja. Incluye terrenos con capacidad agrícola baja y uso limitado. Incluye terrenos con capacidad agrícola entre 20 y 50 t/ha.	C	20%	6,88
4	Clase: Tierra de capacidad agrícola muy baja. Incluye terrenos con capacidad agrícola muy baja y uso limitado. Incluye terrenos con capacidad agrícola inferior a 20 t/ha.	D	10%	3,44
5	Clase: Tierra de capacidad agrícola nula. Incluye terrenos con capacidad agrícola nula y uso limitado. Incluye terrenos con capacidad agrícola inferior a 10 t/ha.	E	0%	0,00
<b>AREA TOTAL MUNICIPIO DE MACARAVITA</b>				<b>118</b>

### UBICACION GEOGRAFICA



#### PROVINCIA

Se ubica en la zona centro-sur del Estado Bolívar, en el distrito municipal de Macaravita. Coordenadas Geográficas: Latitud: 08° 30' N Longitud: 71° 30' W. Escala: 1:100.000. Base: UTM. Datum: WGS 84. Proyección: UTM (Sudamérica). Fuente: INIA.



### PLANO TEMATICO 11B: MAPA AGRI

DIRECCION: Oficina Ejecutiva Planes Nacionales  
ESTRATEGIA DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

ACTORES: Oficina Ejecutiva Planes Nacionales  
Instituto Nacional de Estadística e Informática

DEPARTAMENTO: Oficina Ejecutiva Planes Nacionales

PROYECTO: Oficina Ejecutiva Planes Nacionales

## Anexo C. Evidencias fotográficas

Foto 1. Quebrada el Ramal



Foto 2. Remoción de macroinvertebrados



**Foto 3. Colección de macroinvertebrados**



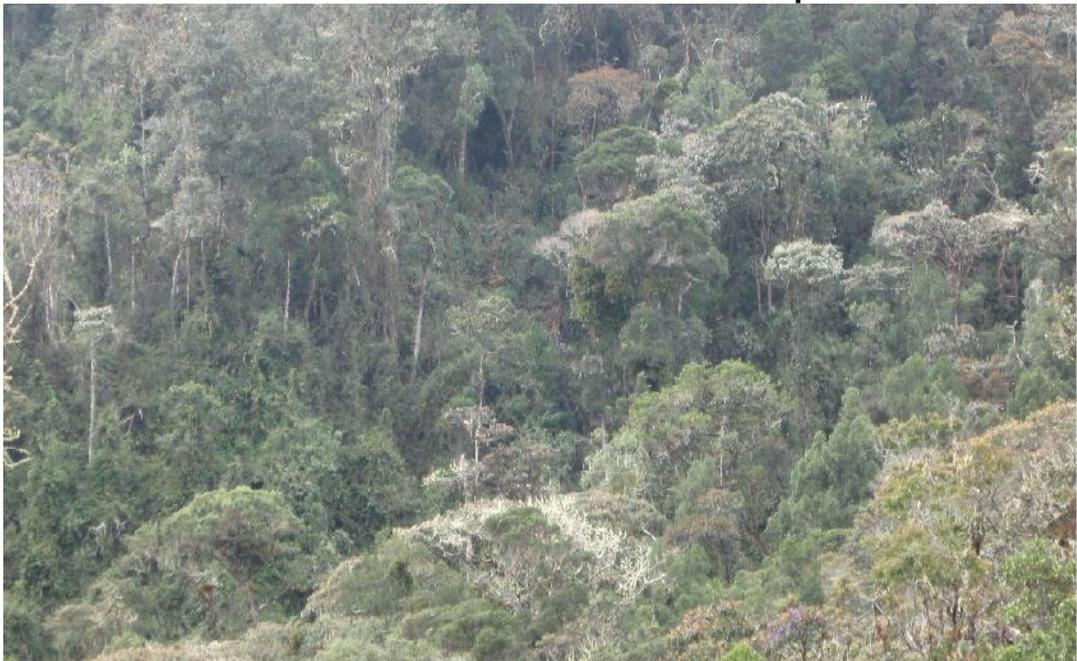
**Foto 4. Análisis laboratorio de macroinvertebrados**



**Foto 5. Praderas Vereda Jagui**



**Foto 6. Análisis estructural del bosque**



**Foto 7. Medición DAP**



**Foto 8. Medición de aforos**



**Foto 9. Medición caudal Río Nevado**



**Foto 10. Uso del tacto para determinar textura del suelo**



**Foto 11. Plantación de pino**



**Foto 12. Regeneración natural**



**Foto 13. Medición de tiempos LAA**



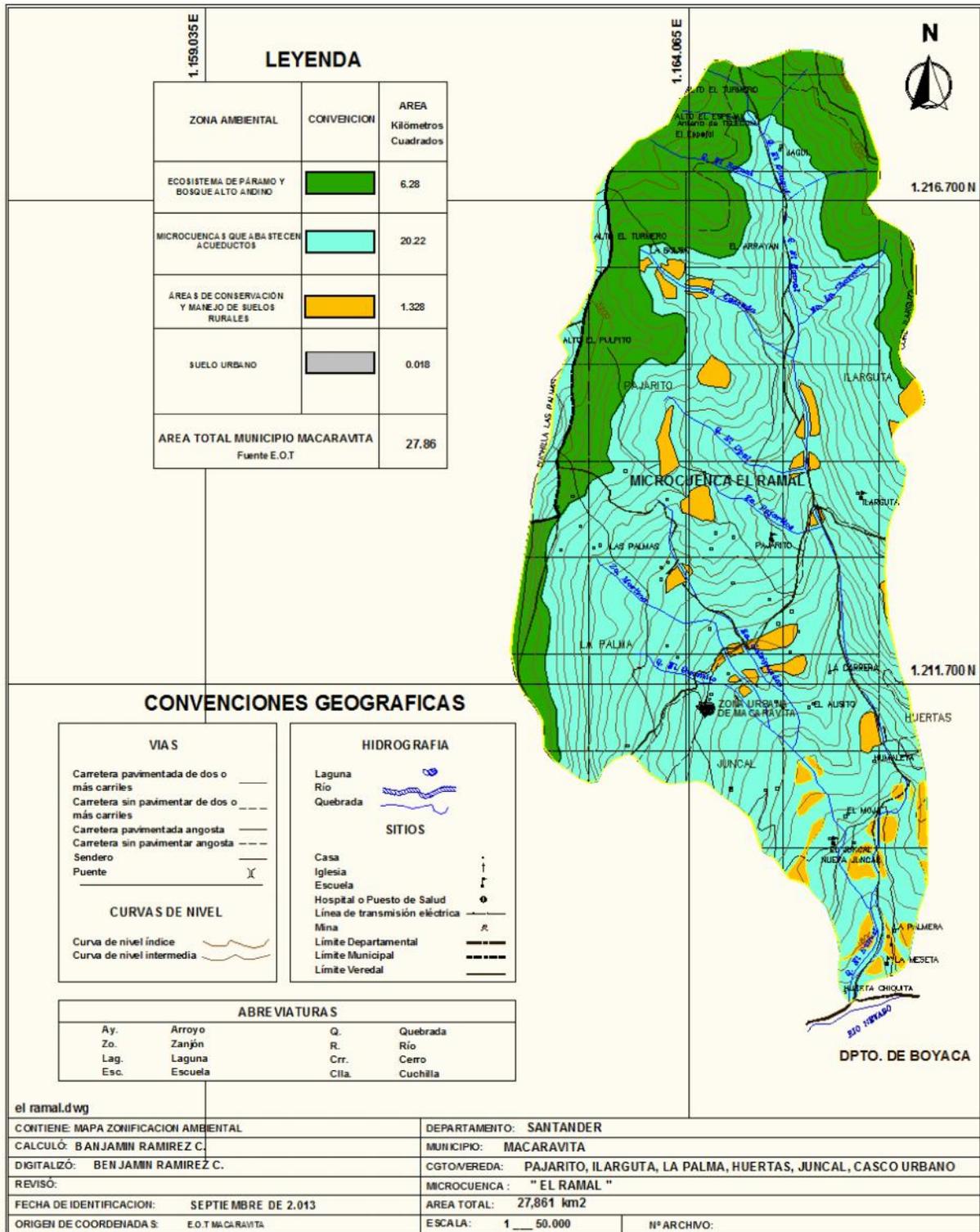
**Foto 14. Agua para el consumo (Pola Barrera)**



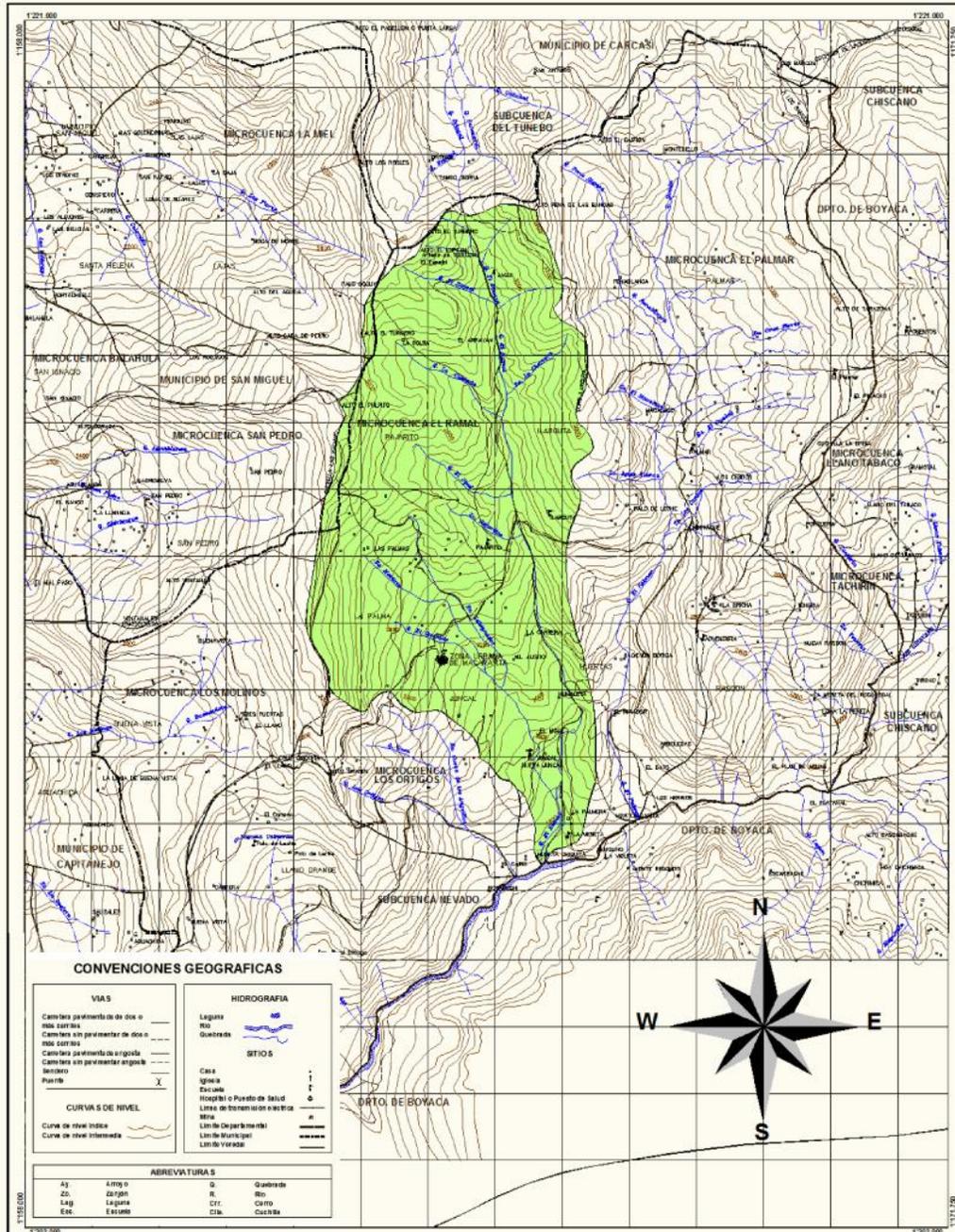




## Mapa 7. Zonificación Ambiental



## Mapa 8. Base e Hidrológico



<b>Microcuenca El Ramal</b>			
Archivo: Microcuenca El Ramal .dwg		DEPARTAMENTO: <b>SANTANDER</b>	
Levanto: <b>Benjamin Ramires Calderon</b>	Octubre de 2008	MUNICIPIO: <b>MACARAVITA</b>	
CALCULÓ: <b>Benjamin Ramires Calderon</b>		VEREDA: <b>Pajarito, Palma, Juncal, Ilarguta, Jagui</b>	
DIGITALIZÓ: <b>B.R.C</b>		PREUDIO: <b>" Varios "</b>	
REVISÓ:		PROPIETARIO: <b>Varios</b>	
FECHA DE IDENTIFICACION: <b>OCTUBRE de 2008</b>		AREA TOTAL: <b>27.861 K.m2</b>	
ORIGEN DE COORDENADA S: <b>GPS GARMIN 60</b>		ESCALA: <b>1 ___ 87000</b>	N° ARCHIVO: <b>1</b>

## Mapa 9. Amenazas y desastres naturales

