

RESUMEN EJECUTIVO

ESTUDIO DE DIAGNÓSTICO, PROSPECTIVA Y FORMULACIÓN PARA LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO MINERO

1. INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR, en cumplimiento de las atribuciones otorgadas por la Ley Colombiana, y en particular de la responsabilidad conjunta que ejerce con el Gobierno Nacional, el Gobierno Regional y local, y con la sociedad civil con respecto a la conservación y manejo de cuencas hidrográficas, contrató con COMPAÑÍA DE PROYECTOS AMBIENTALES INGENIERIA LTDA - CPA Ingeniería, la elaboración de los Estudios de Diagnóstico, Prospectiva y Formulación para la Cuenca Hidrográfica del Río Minero en el Departamento de Cundinamarca.

1,1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

⇒ Objetivo General

- Elaborar y concertar una propuesta de ordenación para la cuenca del Río Minero- en el Departamento de Cundinamarca.
- Formular el planteamiento del uso y manejo sostenible de sus recursos naturales renovables, en aras de mantener o restablecer el equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos y su estructura físico-biótica.
- Formular políticas de uso y ocupación del territorio en la cuenca, de conformidad con los objetivos estratégicos y las metas propuestas en los instrumentos de gestión establecidos por la Corporación.

⇒ Objetivos Específicos

- Ampliar el conocimiento del estado ambiental y socio - económico de la cuenca.

- Establecer y determinar la Zonificación Ambiental y Clasificación del Suelo y las categorías de uso reglamentario del área de estudio de acuerdo con los lineamientos establecidos en la Ley 388 de 1997 o Ley de Desarrollo Territorial
- Elaborar una propuesta concertada para la regulación de los usos del agua, suelo y ecosistemas presentes, de forma que se garantice el aprovechamiento de las potencialidades y se mitiguen los conflictos e impactos ambientales en el área.
- Proponer las medidas necesarias para la solución de los conflictos relativos al uso del territorio y sus recursos naturales en la cuenca.
- Prever el futuro manejo de la cuenca mediante el desarrollo de escenarios alternativos de desarrollo, que fortalezcan las relaciones y vínculos funcionales entre el sistema de asentamientos, los usos y actividades actuales y previstas.
- Recuperar y fortalecer la sostenibilidad de los diferentes frentes de producción, hacia el interior del área de influencia como hacia fuera, en los ámbitos de economía campesina como empresarial.
- Mitigar y controlar los impactos ocasionados por las actividades extractivas de recursos naturales no renovables, y promover formas sostenibles de aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables, acordes con las condiciones de la región.

1.2 MARCO LEGAL

Para la elaboración del presente estudio de Diagnóstico, Prospectiva y Formulación para la Cuenca del Río Minero en el Departamento de Cundinamarca se ha tenido en cuenta la normatividad vigente en materia de uso y manejo de recursos y ordenamiento territorial:

- ✓ Decreto Ley 2811 de 1974, por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
- ✓ Ley 23 de 1973. Esta es la Ley base de la Legislación Ambiental Colombiana, y como tal contiene directrices claras hacia la protección de los recursos naturales y la participación de la comunidad con el estado en esta tarea de protección y conservación. La Ley obliga al Estado a crear sistemas de evaluación para que los usuarios de los recursos naturales participen en los gastos de protección y renovación de los recursos ambientales.
- ✓ Ley 99 de 1993, por el cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Esta ley igualmente define el Ordenamiento Ambiental del Territorio como “la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación del uso del territorio y de los

recursos naturales renovables de la Nación a fin de garantizar su adecuada explotación y desarrollo sostenible”.

- ✓ Decreto 1729 del 2002 - Este decreto establece las disposiciones para el ordenamiento de una cuenca hidrográfica, el cual es reglamentario del Decreto – ley 2811 de 1974.
- ✓ Ley de Ordenamiento Territorial - Ley 388 de 1997. Brinda las orientaciones para la formulación de dichos planes, con especial énfasis en lo relacionado con las áreas urbanas, y asigna a la Nación la competencia sobre la política de ordenación territorial en lo relacionado con los parques nacionales y áreas protegidas, la localización de grandes proyectos de infraestructura y la localización de formas generales de uso de la tierra; y a los departamentos, la elaboración de directrices y orientaciones para el ordenamiento de la totalidad o porciones específicas de su territorio. Los planes de desarrollo territorial deben someterse a la aprobación de la CAR respectiva o autoridad ambiental correspondiente, para su aprobación en lo concerniente a los asuntos exclusivamente ambientales.
- ✓ Resolución No. 104 del 7 de julio de 2003. Por la que se establecen los criterios y parámetros para la Clasificación y Priorización de cuencas hidrográficas.
- ✓ Guía Técnico Científica para la ordenación de Cuencas Hidrográficas en Colombia del IDEAM

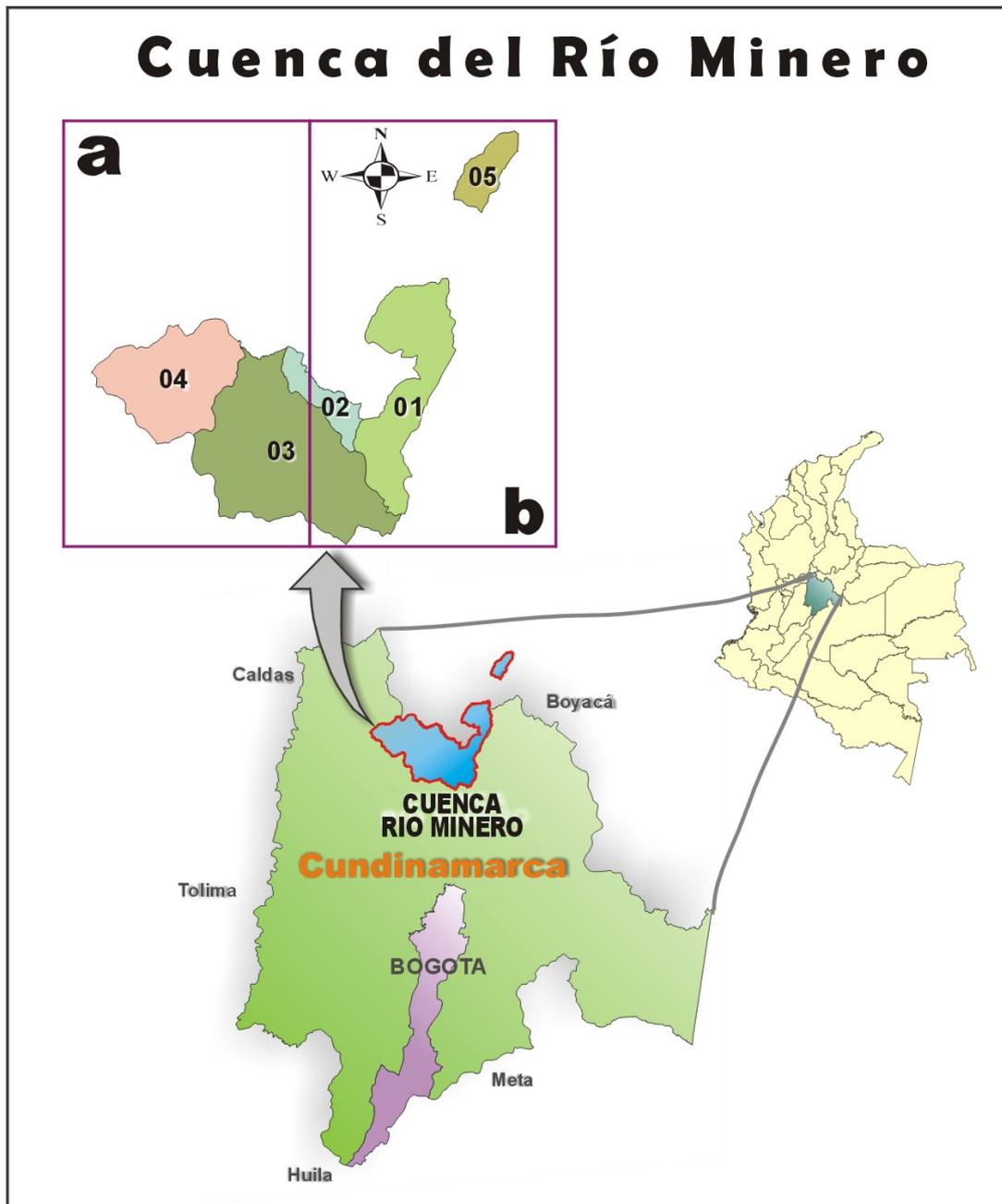
1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO: DELIMITACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA

La Cuenca del Río Minero en el Departamento de Cundinamarca, está ubicada al oeste del Departamento, la delimitación es la siguiente:

Cuenca	Extensión (Km ²)	Coordenadas	Municipios	Departamento
Río Minero en el Departamento de Cundinamarca	998,76	NORTE: 1.126.564,52 OESTE: 968.287,26 ESTE: 1.028.682,85 SUR: 1,068.027,86	Yacopí, Paime, Topaipí, Villa Gómez, San Cayetano, Carmen de Carupa.	C/marca
			Buenavista, Saboya, y Chiquinquirá	Boyacá

La división política administrativa de la Asamblea de Cundinamarca en 1998, subdividió el departamento en provincias con el fin de definir un ordenamiento territorial y jerarquizar el territorio en regiones socioeconómicas homogéneas basado en agrupaciones municipales, de acuerdo a lo anterior, la Cuenca del río Minero en el Departamento de Cundinamarca se encuentra en jurisdicción de las provincias de Rionegro, Ubaté - Suárez y Sabana Norte y Almeidas, para los municipios de Boyacá, Buenavista, Chiquinquirá y Saboya pertenecen a la provincia de Occidente. (*Ver Figura No.1*)

Figura No. 1.1
Localización de la Cuenca Río Minero en el Departamento de Cundinamarca



2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

El comportamiento hidrológico de una cuenca hidrográfica está en función de numerosos factores, entre los cuales predominan el clima y la forma del territorio. La mayor parte del área tiene una pendiente que oscila entre 25 – 50% (Subcuencas Palenque, Piedras y Villamizar), le sigue en predominio pendientes entre > 50% (Subcuencas Guaquimay y Negro), 12 – 25% en varios sectores de las subcuencas y en menor proporción suaves entre el 0 – 7% en pequeños sectores en las márgenes de los cauces.

El paisaje corresponde a terrenos quebrados con tendencia a la torrencialidad, caracterizado por arrastre de material en sus corrientes.

El análisis de los factores morfométricos de la cuenca del Río Minero se presentan a continuación:

2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS

2.1.1 Factores De Área De La Cuenca

⇒ Área De La Cuenca (A)

El área de la cuenca del Río Minero es de 998,76 Km², por lo que se cataloga como una cuenca de tamaño mediano.

⇒ Perímetro De La Cuenca (P)

El perímetro de la cuenca es la línea envolvente del área, el cual es 367.76 km.

2.1.2 Factores De Forma De La Cuenca

⇒ Caída De La Cuenca (Hc)

La caída de la cuenca del río Minero, dada como la diferencia entre la cota máxima y la mínima es de 3170 m, tomando como el punto más alto de la cuenca el Alto de Pedregal sobre los 3750 msnm en el nacimiento del río Sabaneque y la quebrada de Guargüa y los 580 msnm en la confluencia de los ríos Guaquimay y Negro, a partir del cual se forma el río Minero.

⇒ Longitud De La Cuenca (Lc₁)

Es la distancia existente entre la salida del río Minero y el punto más lejano de la cuenca, para la zona de estudio la longitud de la cuenca es igual a 34.94 km

⇒ **Ancho Promedio De La Cuenca (W)**

El ancho promedio de la cuenca del río Minero es de 39.63 km, con un estrechamiento máximo de 48.39 Km en cercanías del municipio de Nariño y un ancho máximo de 32.01 km a la altura de los municipios de Yacopí y Buenavista.

⇒ **Factor De Forma De La Cuenca (Rf)**

El factor de forma de la cuenca del río Minero es de 0.82, , en donde valores menores que uno (1) y cercanos a cero (0) indican que la cuenca es de forma rectangular y muy alargada, con tendencia a una mayor amortiguación de las crecientes por efecto de la forma alargada de la cuenca

⇒ **Coefficiente de Compacidad (Kc)**

El valor calculado de Kc para la cuenca del río Minero de 3.28, clasificado como Kc3, corresponde a cuencas con forma de oval – oblonga a rectangular oblonga.

2.1.3 Factores Del Cauce Principal

⇒ **Longitud Total Del Cauce (Lc)**

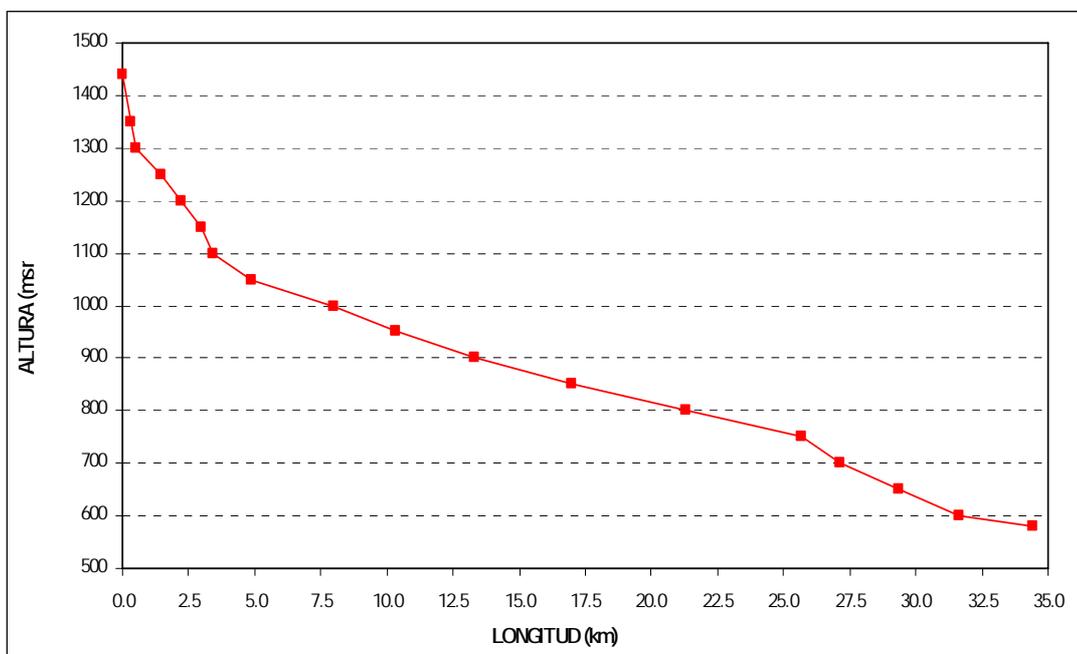
La longitud del cauce del río Guaquimay desde su nacimiento en las estribaciones del Cerro El Picacho con el nombre de quebrada Las Hayas sobre los 1440 msnm hasta la unión con el río Negro para conformar el río Minero sobre los 580 msnm en el área de jurisdicción de la CAR es de 34.419 Km

⇒ **Perfil Longitudinal Del Cauce**

Obtenido del mapa topográfico escala 1:25000 de la cuenca con curvas de nivel cada 25 y/o 50 metros y del modelo digital de terreno de la cuenca, el perfil longitudinal relaciona gráficamente la longitud del cauce con respecto a la altura sobre el nivel del mar.

En la parte alta desde el nacimiento de la quebrada Las Hayas sobre 1440 hasta los 1300 msnm el río presenta una fuerte pendiente, la cual disminuye ligeramente hasta los 1100 msnm en la confluencia con la quebrada El Conejo. A partir de este punto y por un tramo de 22.24 km hasta la cota 750 msnm luego de la confluencia con la quebrada Negra y la formación del río Guaquimay el río atraviesa una zona de menores pendientes, la cual sigue disminuyendo paulatinamente hasta su unión con el río Negro y posterior conformación del río Minero sobre los 580 msnm

Figura 2.1
Perfil Longitudinal Del Cauce Del Río Guaquimay - Minero



2.1.4 Factores De Pendiente De La Cuenca

⇒ Pendiente Media Del Cauce

La pendiente media ponderada del cauce principal es de 2.50%, con valores que oscilan entre 22 y 30% en el nacimiento del Río Minero (Río Guaquimay) sobre los 1300 msnm, lo cual genera altas tasas de transporte de sedimentos y ahondamiento del cauce principal.

En la parte media alta de la cuenca, entre los 1300 y los 1050 msnm, el río cruza un sector de transición con disminución de la pendiente, donde las pendientes oscilan entre el 3 y 11%, y un promedio del 6.6%, mostrando tramos tanto de alto transporte como zonas con algunos procesos de depositación; en la parte media y baja de la cuenca a la salida del área de jurisdicción de la CAR, antes de su desembocadura en el río Minero entre los 1050 y 580 msnm, se presenta una disminución en la pendiente del cauce, con fuertes procesos de sedimentación, oscilando entre el 1 y el 3% y valores medios cercanos al 2%.

⇒ Pendiente Media De La Cuenca

Se estimó una pendiente media para la cuenca de 20.84%, correspondiente a topografías fuertemente onduladas a fuertemente inclinadas, acorde a las condiciones topográficas de la zona de estudio, con la tendencia a la generación de crecientes de tránsito rápido, con una cuenca de tipo torrencial, que

en conjunto con las condiciones del suelo, la geología, la cobertura vegetal y la pendiente conllevan a la inestabilidad de algunos sectores de la misma.

El 50% de la cuenca presenta pendientes entre el 25 y 50%, correspondiente a relieves de topografía fuertemente quebrada localizados especialmente en la parte alta de la cuenca; cerca del 30% del área de la cuenca presenta topografías de fuertemente onduladas a fuertemente inclinadas, entre el 12 y 25%, localizadas a lo largo de la cuenca. La parte baja de la cuenca a la salida del área de jurisdicción de la CAR presenta pendientes entre 0 al 3%, correspondiente a relieves planos, planos cóncavos y ligeramente planos con el 20% del área de la cuenca

2.1.5 Tiempos De Concentración (Tc)

Para la cuenca del río Minero y aplicando el método de Kirpich, el tiempo de concentración de la cuenca es de 252.49 minutos.

2.2 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS

Debido a la localización geográfica de la zona de estudio, ubicada en una zona de bajas latitudes, entre los 5° 14' y 5° 45' al norte del Ecuador, sobre la vertiente occidental de la cordillera Oriental en la zona Andina colombiana, el clima de la región es de carácter tropical, determinado principalmente por las variaciones altimétricas, la topografía del relieve y la influencia que ejerce el movimiento de la Zona de Confluencia Intertropical (ITC), la cual genera a su paso dos períodos húmedos y dos secos que se presentan intercalados a lo largo del año.

Otros elementos que ejercen influencia en las características climáticas de la cuenca del río Minero además de la precipitación y la temperatura, son la humedad relativa, el brillo solar y especialmente los vientos.

2.2.1 Precipitación

La ocurrencia de dos estaciones lluviosas a lo largo del año, la primera de comienzos de abril a finales de junio y la segunda de septiembre a finales de noviembre, se originan por el paso de la ZCIT sobre la región, con el movimiento de sur a norte de la ZCIT para el primer período húmedo y el desplazamiento descendente de norte a sur para el segundo período; entre los dos períodos húmedos se intercalan dos períodos secos.

El régimen de lluvias es bimodal determinado por el paso de la ZCIT, con valores que oscilan entre los 1000 mm en nacimiento de la Q. Socotá, Curubito y El Cerezo (Río Salto), hasta los 2200 mm en la desembocadura con el Río La Herradura. Para Río Negro desde los 1000 Nacimiento Negro hasta los 2950 en la confluencia con Guaquimay.

2.2.2 Temperatura Ambiente

De igual forma, los valores medios mensuales de los máximos y mínimos de temperatura, no presentan grandes diferencias a lo largo del año con respecto al promedio anual, observándose diferencias no mayores a los 3°C en los valores máximos correspondiente a los meses de abril (27.6 °C) y mayo (24.8°C) e igualmente de de 3°C en los valores mínimos entre los meses más fríos y más calurosos del año ((junio con 10.8°C y diciembre con 9°C), lo cual indica poca variabilidad en los valores mensuales extremos a lo largo del año.

2.2.3 Humedad Relativa

La humedad relativa promedio mensual oscila entre el 82.6 % en agosto y el 87.3 % en mayo, con un promedio del 85.3% en la estación climatológica de San Cayetano, localizada sobre los 2150 msnm, valores que se mantienen sin mayores variaciones a lo largo de la cuenca. Comparativamente, los valores máximos de humedad relativa alcanzan el 95% en los mes de febrero y abril, correspondiente a los meses de mayor precipitación del primer período húmedo del año, mientras que los menores valores de humedad se presentan en los meses más secos del año, es decir, julio y octubre, con humedades cercanas a los 90%.

2.2.4 Evaporación

El análisis de la evaporación en la cuenca se realizó a partir de la información registrada en las estaciones climatológicas de San Cayetano, Yacopí y Buenavista, variando entre los 806 mm al año en la parte más alta correspondiente a la estación de Buenavista hasta los 1100 mm en la estación de Yacopí, como consecuencia de condiciones de mayores precipitaciones y temperaturas.

2.2.5 Balances Hidroclimáticos

Para la cuenca del río Minero, el balance hidroclimático estimado presenta valores de precipitación anual de 2224 mm, comparado con los 793 mm de evapotranspiración potencial, lo cual genera excesos totales anuales en la cuenca de 875 mm, implicando suelos saturados y permanente escorrentía, en ningún mes del año la cuenca presenta déficit hídrico ya que las plantas toman el agua de reserva existente en el suelo.

La cuenca presenta un índice de escasez no significativo a mínimo en las cuencas del área de jurisdicción de la CAR, con pocas probabilidades de sequía en las fuentes principales y tendencia a pérdida de la calidad en las zonas altas debido a la presión antrópica

2.2.6 Zonificación Climática

De acuerdo a la zonificación climática de Caldas - Lang se identifican pisos térmicos Páramo, Frío, Templado y cálido con régimen húmedo y semi - húmedo.

2.3 ASPECTOS HÍDRICOS

2.3.1 Sistema Hidrográfico

El río Minero se localiza en el flanco occidental de la cordillera Oriental, haciendo parte de la hoya hidrográfica del río Magdalena, drenado en sentido predominantemente sur – norte, atravesando los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Santander, en jurisdicción de las Corporaciones Autónomas de Cundinamarca (CAR), Boyacá (CORPOBOYACA) y Santander (CAS) y drenando un área total de 7523 km², de los cuales 998,76 km² se localizan en el área de la CAR correspondiente al 13.3% del área total de la cuenca.

La principal fuente hídrica la constituye el Río Minero que, en su nacimiento en el Municipio de Yacopi, se denomina Guaquimay y luego al pasar al departamento de Boyacá recibe el nombre de Minero y las subcuencas aportantes son: La del Río Guaquimay, con superficie de 230,36 Km² registra una precipitación media anual de 2550 mm, genera un caudal medio de 11.05 m³/seg y un rendimiento de 47.93 l/s/km²; la del Negro con una extensión de 428,92 Km², con promedio de lluvias de 2700 mm anuales, su caudal promedio alcanza 21.33 m³/seg y un rendimiento de 50.86 l/s/km²; la del Río Palenque con una superficie de 231,36 Km² y registro anuales de lluvia de 2000 mm que produce un caudal de escorrentía de 404 m³/seg, equivalente a un rendimiento de 38.38 l/s/km²; y la del Río Villamizar cuya superficie es de 56,03 Km², la precipitación anual es de 1899 mm, el caudal promedio es de 2.32 m³/seg, correspondiente a un rendimiento de 36.57 l/s/km². y la del Río Piedras con una superficie de 52,07 Km², la precipitación anual es de 1728 mm, el caudal promedio anual es de 78.43 m³/seg, con un rendimiento hídrico corresponde a 13 lt/seg/km².

2.3.2 Hidrología Superficial

2.3.2.1 *Caudales*

El análisis del comportamiento de los caudales a lo largo de la cuenca del río Minero se estableció a partir de los rendimientos hídricos o caudal específico (Caudal/Área) de las cuencas de tercer orden que la componen, observándose que los mayores rendimientos hídricos se presentan sobre la vertiente occidental del área de estudio, en la cuenca del río Guaquimay con rendimientos de 96 lt/seg/km², considerados altos en comparación con otras corrientes del país y asociados a los altos valores de precipitación que superan los 2700 mm al año.

Los rendimientos hídricos disminuyen ligeramente en las cuencas localizadas en el centro y la vertiente oriental de la zona de estudio, estimándose rendimientos de 72.7 lt/seg/km² en la cuenca del río Negro, ubicada en el centro de la cuenca del río Minero y de 59 y 57 lt/seg/km² en las cuencas de los ríos Villamizar y Palenque, respectivamente, lo que genera rendimientos hídricos altos en cuencas con precipitaciones anuales mayores a los 2000 mm. La cuenca de menores rendimientos hídricos corresponde a la del río Piedras con valores de 13 lt/seg/km², considerados bajos y como consecuencia de precipitaciones anuales más bajas, sobre los 1500 mm

2.3.2.2 *Oferta y Demanda Hídrica*

La cuantificación de la oferta hídrica en las cuencas de tercer orden que conforman la cuenca del río Minero se realizó para condiciones promedio mensuales, a partir de la curva de duración de caudales, teniendo en cuenta la oferta hídrica total y la oferta hídrica disponible. Para la cuantificación de la oferta hídrica disponible o neta en cada cuenca de tercer orden se tuvieron en cuenta algunos factores de reducción de la oferta hídrica total, relacionados básicamente con la calidad de agua y el volumen mínimo de agua que debe fluir por los cauces para hacer sostenible el ecosistema o caudal ecológico

La demanda hídrica superficial se estimó para las actividades socioeconómicas predominantes en el territorio que requieren del recurso hídrico para su desarrollo.

Del análisis de oferta y demanda hídrica se concluye lo siguiente:

El río Minero es la principal fuente hídrica de la región, registrándose una oferta hídrica total con caudales medios de 70.4 m³/seg, ajustando su comportamiento a las variaciones de precipitación en el territorio, con dos épocas de invierno y dos de verano, con máximos en el mes de abril y mínimos en agosto.

La cuenca del río Minero presenta una demanda hídrica total de 2.354 m³/seg, con mayor predominio de las necesidades para agricultura con 2.26 m³/seg, la cual teniendo en cuenta las diferentes actividades que se desarrollan en la región y que requieren del recurso hídrico, es moderadamente baja en comparación con cuencas hidrográficas del mismo tamaño, esto debido principalmente a la baja densidad poblacional y a una actividad agropecuaria que se desarrolla de manera no tecnificada. La mayor demanda del recurso hídrico en la cuenca está dada por el uso agrícola (0.25 m³/seg) y el doméstico (0.044 m³/seg)

A nivel de cuenca de tercer orden, la cuenca de mayor demanda hídrica corresponde a la del río Negro, con un consumo anual estimado promedio de 0.833 m³/seg, como consecuencia de la gran variedad de cultivos y pastos manejados asociado al asentamiento de más de 18.000 cabezas de ganado y cerca de 12.000 hectáreas de cultivos y pastos manejados; las cuencas de los ríos Guaquimay y Palenque presentan demandas totales entre 722 y 448 litros por segundo, asociado a actividades agrícolas y pecuarias de moderado a bajo desarrollo, mientras que las cuencas de menores demandas hídricas corresponde a la de los ríos Villamizar y Piedras, como consecuencia de menores áreas de drenaje, baja densidad poblacional y actividades agrícolas y pecuarias de pancoger.

La presencia de asentamientos humanos en los sectores adyacentes a las cabeceras municipales han contribuido con la degradación del recurso, al igual que contaminación de origen pecuario y por tanto la calidad del agua no es la más óptima necesitando tratamiento para consumo doméstico, apta para uso agrícola y pecuario y preservación de fauna y flora

Tabla No. 2.1
Oferta y Demanda Hídrica

Código	Cuenca	Oferta Hídrica Total m3/seg	Oferta Hídrica Disponible m3/seg	Demanda Total m3/seg	Indice de Escasez
2312 – 01	Río Palenque	13,177	9,883	0,094	0,95
2312 – 02	Río Villamizar	3,281	2,461	0,010	0,42
2312 – 03	Río Negro	31,204	23,403	0,129	0,55
2312 – 04	Río Guaquimay	22,105	16,579	0,046	0,28
2312 - 05	Río Piedras	0,674	0,506	0,037	7,40
2312	Río Minero	70,4	52,831	0,317	0,60

La cuenca presenta un índice de escasez no significativo a mínimo en las cuencas del área de jurisdicción de la CAR, con pocas probabilidades de sequía en las fuentes principales y tendencia a pérdida de la calidad en las zonas altas debido a la presión antrópica

2.4 ASPECTOS GEOLÓGICOS

La Cuenca del Río Minero esta ubicada en la parte central de la Cordillera oriental de Colombia, conformando su zona axial. Esa región cubre los bloques denominados Sinclinal de la Sabana y Anticlinal de Villeta. Los Bloques están de limitados por fallas de carácter regional con estilo estructural propio y predominio de rocas de edades Cretáceo y Terciario y un amplio desarrollo de depósitos coluviales sobre laderas empinadas y amplias valles que evidencian condiciones de inestabilidad.

La región occidental está representada de base a techo por rocas del Grupo Guaguaquí, En la parte oriental afloran las rocas más antiguas de la región representadas por las rocas del Grupo Villeta, que se diferenció en varias formaciones, siguiendo la nomenclatura propuesta en la Plancha 208 La Mesa; esas unidades son, de la más antigua a la más moderna, las formaciones Socotá, Capotes, Pacho, que al norte cambia facialmente a las areniscas de Chiquinquirá, la formación Simijaca, la Formación La Frontera y la Formación Conejo; suprayace al Grupo Villeta el Grupo Guadalupe y sobre este grupo aparece la formación Guaduas.

Los depósitos cuaternarios representan extensas áreas de cobertura especialmente depósitos coluviales; la cobertura de estos depósitos esta asociada a la alta inestabilidad de las laderas de complejos rocosos intensamente afectados por fallamiento en zonas de topografías abruptas.

Los depósitos aluviales presentan extensiones restringidas y se limitan a los cauces marginales de los ríos Guaquimay, El Salto, Herradura, Palenque y las Quebradas Los órganos Campo Alegre, Cañaveral y el retiro.

La cuenca del río Minero se encuentra localizada entre los sistemas de fallas de Canoas - La Peña (Al occidente) y La Falla de Carupa (al oriente); Regionalmente corresponde a la parte central de la Cordillera oriental, conformando su zona axial y parte de su flanco occidental. En la Memoria de la Plancha Geológica 208 (Villeta) la zona se ha ubicado dentro del bloque del Anticlinal de Villeta que limita al occidente con el bloque del Sinclinal de Guaduas y al sur con la Sabana de Bogotá.

Las principales unidades estructurales son:

- ⇒ Anticlinal de Villeta: El Anticlinal de Villeta es el bloque sobre el cual se encuentra la totalidad del área de la Cuenca del Río Minero.
- ⇒ La Falla Canoas - La Peña se localiza en la margen occidental de la cuenca del río Minero, bordeando el río Negro.
- ⇒ La Falla de Talauta - Bunque se extiende a lo largo del margen oriental del río Negro.
- ⇒ La Falla de Quebrada Honda está localizada al este de los municipios de El Peñón y Vergara y al este de La Vega.
- ⇒ La Falla de Supatá está localizada en los alrededores del Municipio de Supatá.
- ⇒ La Falla de Piñuela – Carrasposo se encuentra ubicada al suroeste del Municipio de Pacho, delimita el cerro de Piñuela y es la continuación de la Falla de Tabacal.
- ⇒ El Anticlinal de Hinche está localizado en las cercanías del poblado de Hinche y se prolonga hacia el norte al sector de La Palma.
- ⇒ El Anticlinal de Murca – Guayabal - Nimaima está localizado en la parte centro-norte de la plancha y Cubre un área de aproximadamente 50 Km²
- ⇒ El Anticlinal de Supatá se ubica en la región adyacente al Municipio de Supatá y cubre aproximadamente 20 Km².
- ⇒ El Sinclinal del Río Negro está localizado al oriente del Municipio de Nimaima.
- ⇒ El Sinclinal de Topaipí está ubicado en la parte sur del Municipio de Topaipí.
- ⇒ El Sinclinal de Villa Gómez es un pliegue que se extiende desde la población de Villa Gómez, hacia la población de Pacho

2.5 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

2.5.1 Modelados del Relieve

El área de la cuenca del río Minero se caracteriza por complejos sistemas estructurales en rocas de diversas litologías (desde areniscas hasta lodolitas) que marcan un predominio de procesos

modeladores e paisajes de tipo estructural y tipo erosivo. La incidencia de modelados de tipo fluvial es muy baja dentro de la cuenca y se restringe a márgenes proximales de los principales cuerpos de agua.

A continuación se hace una descripción de las unidades geomorfológicas definidas en el área atendiendo a su origen y en algunos casos según su composición litológica.

⇒ **Unidades De Origen Aluvial**

Los valles aluviales están asociados a los cauces de los ríos Guaquimay, Herradura, Palenque y El Salto; son áreas de topografía plana acumuladas por efectos aluviales. Conforman valles restringidos y en algunos casos encañonados. Localmente a esta unidad se asocian terrazas y terracetas aluviales de poca extensión, así como acumulación lateral de depósitos.

⇒ **Depósitos De Origen Denudacional**

Se trata de depósitos acumulados por acción de la gravedad como resultado de deslizamientos (en zonas de suelos, rocas alteradas o fracturadas) por mala disposición de escombros o estériles, etc. Los depósitos coluviales tienen una amplia dispersión a lo largo de la cuenca y representan la evidencia actual de las condiciones de inestabilidad casi generalizada, especialmente en el sector central sobre la Subcuenca del Río Negro.

Las colinas erosionales son geoformas de topografía ondulada formadas a partir de procesos erosivos continuos por la acción del agua sobre rocas blandas con intercalaciones de areniscas y ocasionalmente rocas calcáreas.

Los escarpes erosivos son frentes estructurales que han sufrido intensos procesos de degradación especialmente por acción del agua y la pendiente.

Las montañas erosionales presentan las mismas características genéticas de las colinas erosionales, se diferencian en los contrastes de pendientes que se observan entre las dos unidades. Para el caso de las montañas erosionales se tienen rasgos de pendientes más fuertes.

⇒ **Unidades De Origen Estructural**

Geoformas de condiciones similares a las colinas erosionales, sin embargo evidencia sistemas de drenaje angulares asociados a fallamiento y fracturamiento modelando colinas de topografía ondulada. Presentan procesos erosivos especialmente asociados a erosión hídrica superficial y carcavamiento. A escala local es evidente el desarrollo de movimientos de remoción en masa como consecuencia de la inestabilidad de las laderas conformadas en rocas poco competentes.

2.6 SUELOS

En general, los suelos son bien drenados, con predominio de reacciones ácidas, capacidad de intercambio catiónico de alta a media saturación, de bajo hasta alto contenido total de bases, de bajo hasta alto contenido de carbón orgánico y pobre en fósforo.

Los suelos de la cuenca, son característicos de paisaje de montaña, que abarca los pisos térmicos desde extremadamente frío hasta cálido, esta conformado por fila, vigas, crestas, crestones, espinazos, cuevas, lomas y algunos abánicos, en un relieve que oscila entre fuertemente ondulado a fuertemente escarpado.

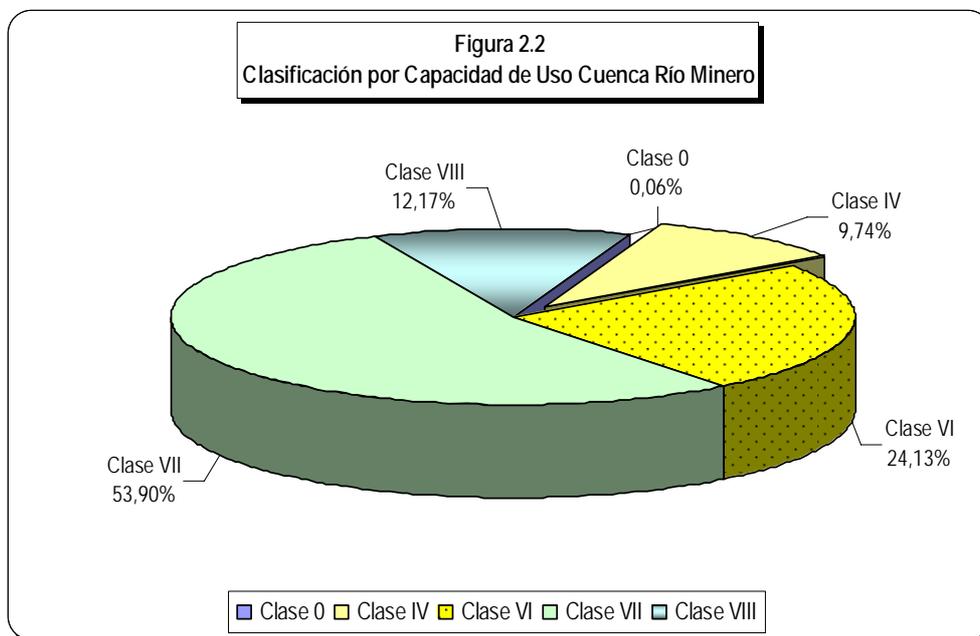
Los suelos de este paisaje pertenecen a los órdenes Entisol, Inceptisol, Andisol, Milisol, Alfisol, Histosol y Ultisol, son de evolución muy incipiente (entisoles) hasta altamente evolucionados (ultisoles), y se han originado a partir de rocas sedimentarias y metamórficas. La características mas sobresaliente es la presencia de procesos de remoción en masa (terracetas, patas de vaca) y erosión en grados ligero, moderado y severo.

✓ Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso

A continuación enumeramos las características de cada una de las subclases que hemos encontrados en el área estudiada. (*Ver Figura 2.2*)

Tabla No. 2.2
Clasificación por Capacidad de Uso Cuenca Río Minero

Símbolo	Clases de Capacidad	Características	Áreas (Km ²)
Tierras Adecuadas Para Cultivos Intensivos y Otros Usos			
Clase IV	Tierras regulares para cultivos intensivos	Suelos con limitaciones de profundidad efectiva. Absorbentes, grava, deficiencia de elementos de fertilidad. Suelos moderadamente empinadas, susceptibles a erosión.	97,25
Tierras Adecuadas Para Vegetación Permanente			
Clase VI	Tierras apropiadas para cultivos permanentes, pastoreo y forestales. No arables	Tierras empinadas susceptibles a erosión hídrica y de fertilidad muy baja.	240,98
Tierras Marginales Para la Agricultura			
Clase VII	Tierras regulares o marginales apropiadas solo para pastoreo intensivo y forestales de producción	Tierras de topografía muy empinada susceptibles a la erosión hídrica, muy superficiales y de pobre fertilidad	538,31
Tierras Sin Uso			
Clase VIII	Tierras no apropiadas para fines agropecuarios ni explotación forestal	Tierras extremadamente empinadas, afloramientos rocosos o tierras de climas extremos - gélidas	121,58



3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO

3.1 FLORA

3.1.1 Formaciones Vegetales

Para la determinación de las formaciones vegetales en esta cuenca se tuvieron en cuenta los factores climáticos principales como temperatura, precipitación, humedad y altitud, utilizando el sistema de clasificación de Holdridge (1967) adaptado a las condiciones climáticas de Colombia (IGAC, 1977), el cual se basa en estos mismos parámetros y da a las unidades nombres acordes con el clima y/o la vegetación dominante. Dando como resultado las siguientes formaciones vegetales

Tabla No. 3.1
Formaciones Vegetales Cuenca Río Minero Según Holdridge

Formación Vegetal	Altitud (M.S.N.M)	Temperatura (°C)	Precipitación (M.M)
Bosque Húmedo Tropical (bh-T)	600– 1.000	> 24	1.000 – 2.000
Bosque Húmedo Premontano (bh-PM).	800-2.000	> 24	2.000 – 4.000
Bosque Muy Húmedo Premontano (bmh-PM).	1.000-2.100	18 – 24	1.000 – 2.000
Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB)	2.000-3.000	12 – 18	1.000 – 2.000
Bosque Muy Húmedo Montano (bmh-M)	3.000-3.600	12 – 18	1.000 – 2.000

3.1.1.1 Formación Bosque Húmedo Tropical

En la cuenca se extiende desde los 600 hasta los 1.000 msnm, abarca parte de las subcuencas del Río Guaquimay y Río Negro. Los bosques de esta formación se caracterizan por estar conformados por una gran variedad de especies que no pierden su follaje en los periodos de verano, árboles de gran porte formando varios estratos, entre ellos un estrato herbáceo, también es evidente la presencia de gran variedad de epifitas especialmente de bromeliáceas.



Foto No.1
Cobertura Vegetal Formación Bosque Húmedo Tropical

3.1.1.2 Formación Bosque Húmedo Premontano

Esta formación cubre parte de las subcuencas del Río Negro, Río Villamizar y Río Palenque, sus bosques han sido altamente intervenidos para dar paso a la agricultura principalmente de café y sus asociados, pues este clima ideal para este tipo de cultivos. Los potreros también ocupan un lugar importante dentro de las actividades de la región. Las coberturas naturales que quedan están representadas por rastrojos altos y bosques, con una composición florística variada, abundan las epifitas vasculares, los troncos de los árboles son más rectos, con estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo donde predominan los helechos comunes y arbóreos, también es importante resaltar que en los cultivos de café utilizan como sombrío árboles, lo que hace difícil la diferenciación entre un bosque y un cultivo de café con sombrío.

Algunas de las herbáceas que se encuentran asociados en los pastos naturales son: Helecho (*Pteridium aquilinum*), Helecho de loma (*Dicranopteris spp.*) y Paja rabo de zorro (*Andropogon bicornis*).



Foto No.2
Cobertura Vegetal Formación Bosque Húmedo
Premontano

3.1.1.3 *Formación Bosque Muy Húmedo Premontano*

Esta formación se ubica dentro de la cuenca del Río Minero en el extremo sur-occidental, comprende parte de las subcuencas del Río Guaquimay, Río Villamizar y Río Negro Las coberturas naturales vienen desapareciendo día a día debido a la expansión de la frontera agrícola, siendo esta formación junto con el bosque húmedo premontano las formaciones con más alto grado de transformación artrópica; los pocos bosque que quedan están representados por una gran variedad de especies arbóreas que conforman diferentes estratos, con alturas y diámetros altos y abundancia de epífitas vasculares.



Foto No. 3.
Cobertura Vegetal Formación Bosque Muy Húmedo
Premontano,

3.1.1.4 Formación Bosque Húmedo Montano Bajo

Esta formación cubre las subcuencas del Río Negro, Río Villamizar, Río Palenque y Río Piedras, en las coberturas naturales dentro de esta unidad existen áreas con bosques secundarios que se encuentran mezclados con pequeños bosques plantados con especies como pino patula y eucalipto, los rastrojos altos también son comunes en esta zona, donde empieza a detectarse una selección sobre las especies tolerantes a las bajas temperaturas, observándose una tendencia a la homogeneidad. La importancia de esta formación radica en que se constituye en área amortiguadora de los páramos, es evidente la presencia de musgos y otras plantas inferiores como selaginelas y líquenes al igual que abundantes epífitas, representadas principalmente por bromeliáceas al interior de los bosques. La actividad antrópica se ve representada principalmente en potreros dedicado a la ganadería extensiva, la agricultura está dada básicamente por cultivos de papa, pero en mucho menor proporción que la ganadería.



Foto No. 4
Cobertura Vegetal Formación Bosque Muy Húmedo
Premontano.

3.1.1.5 Formación Bosque Muy Húmedo Montano

Comprende las subcuencas del Río Negro, Río Palenque y Río Piedras. De acuerdo a Cuatrecasas corresponde a la formación de “Subpáramo”. Dentro de esta formación dominan como coberturas los matorrales paramunos conformados por elementos arrosados de carácter subarborescente como frailejones de parte bajo (*Espeltia sp*) y pajonales (*Calamagrotis efussa*), espartillo (*Orthroxanthus Chimboracensis*), Jarilla (*Eupatorium sp*), Cenizo (*Sericotheca argentea*), Espino (*Berberis sp*), Chocho (*Lupinus sp*), Salvia Amarilla (*Buddleia sp*), arbustos enanos de tipo leñosos y musgo (*Polytrichum sp*), junto con la presencia de gran variedad de líquenes y helechos. Se presentan bosques primarios y secundarios en forma de manchas continuas como continuación de la vegetación del bosque montano bajo, localizados en áreas de difícil acceso, representados por especies de las familias

Lauraceae, Myrtaceae, Ericaceae, Melastomataceae entre otras, también se pudo notar un alto grado de epifitismo (bromelias y orquídeas), muchos de estos bosques han sido transformado en potreros dedicados a la ganadería extensiva, donde se encuentran pequeños parches de conformados por especies de tipo arbustivo, con hojas pequeñas y muy ramificados. La recuperación de los bosques en esta zona se hace difícil, pues la vegetación de páramo empieza a descender, cubriendo las áreas que antes fueron bosque, dentro del proceso que se conoce como paramización.



Foto No. 5
Cobertura Vegetal Bosque Húmedo Montano

3.1.2 Composición Florística

Se presenta el listado de las especies con diámetro mayor a 5cm., en el que aparece el nombre común, nombre científica y familia, rango altitudinal, forma de vida, usos, y formación vegetal. (*Ver Tabla No. 3.1, Composición Florística Cuenca Río Minero*)

Tabla No. 3.1
Composición Florística Cuenca Río Minero

Cod	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Altitud	Usos *	Formac. Vegetal**
1	Abarco	Cariniana pyriformis	LECYTHIDACEAE	0-900	M,I,	bh-T
2	Acacia Roja	Delonix Regia	CAESALPINACEAE	0-1.200	AF,L,Me,O,S	bs-T, bh-PM
3	Algarrobo	Hymenaea courbaril	CAESALPINACEAE	0-1.300	AH,I,Me,O,M	bs-T, bh-T, bh-PM
4	Almendro	Terminalia catapa	COMBRETACEAE	0-1.600	AH,L,I,Me,O,S	bs-T, bh-T, bh-PM
5	Arbol del Pan	Artocarpus communis	MORACEAE	0-1.400	AH,AF,O	bs-T, bh-T, bh-PM
6	Aro, Nacedero	Trichanthera gigantea	ACANTHACEAE	0-1.700	P,F,L,Me,S,CV	bs-T, bh-T, bh-PM
7	Balzo(a)	Ochroma pyramidale	BOMBACACEAE	0-2.500	P,M,S	bs-T, bh-T, bh-PM

Tabla No. 3.1
Composición Florística Cuenca Río Minero

Cod	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Altitud	Usos *	Formac. Vegetal**
8	Bayo	Acacia glomerata	MIMOSACEAE	0-1.000	I,M,O,CV,S	bs-T, bh-PM
9	Cachimbo	Erythrina fusca	FABACEAE	0-1.600	AH,F,M,Me,FN,S, P	bs-T, bh-T, bh-PM
10	Cañafistol Amarillo	Cassia moschata	CAESALPINACEAE	0-1.000	I,Me,O,S,CV	bs-T, bh-T, bh-PM
11	Caraqueño	Erythrina indica	FABACEAE	200-1.300	F,O,CV	bs-T, bh-T, bh-PM
12	Caracolí	Anacardium excelsum	ANACARDIACEAE	0-2.000	P,M,S,L	bs-T, bh-T, bh-PM
13	Caratero	Trichilia pallidas	MELIACEAE	200-1.800	AF,CV	bs-T, bh-T
14	Carbonero	Albizia carbonaria	MIMOSACEAE	900-1.700	I,Me,O,S	bh-PM
15	Carreto, Cumulá	Aspidosperma polyneuron	APOCYNACEAE	0-1.000	O,P	bs-T
16	Cedro Macho	Pachira quinata	BOMBACACEAE	0-900	M,I,P	bh-T
17	Ceiba Amarilla	Hura crepitans	EUPHORBIACEAE	0-1.100	I,Me	bs-T, bh-T, bh-PM
18	Ceiba	Ceiba pentandra	BOMBACACEAE	0-2.000	P,S,L	bs-T, bh-T, bh-PM
19	Chachafruto	Erythrina edulis	FABACEAE	1.000-2.800	AH,S,L,P,M,F	bh-PM
20	Chicalá	Tabebuia ochraceae	BIGNONIACEAE	0-1.300	I,O	bs-T, bh-PM
21	Chingalé, Pavito	Jacaranda copaia	BIGNONIACEAE	0-1.400	M,I,O,P	bh-T, bh-PM
22	Chirlobirlo	Tecoma stans	BIGNONIACEAE	0-2.800	O,Me,CV	bh-PM
23	Cují, Doncello	Prosopis juliflora	MIMOSACEAE	0-1.000	FN,F,Me,F,L,M	bs-T
24	Diomate, Gusanero	Astronium graveolens	ANACARDIACEAE	0-1.000	M,I,Me	bs-T, bh-T
25	Dinde	Maclura tinctoria	MORACEAE	0-1.500	AF,M,I,Me,O,	bs-T, bh-T, bh-PM
26	Encenillo	Weinmania tomentosa	CUNNONIACEAE	2.300-3.500	L,I,Me,O	bh-MB
27	Espadero	Myrsine guianensis	MYRCINACEAE	0-3.100	O,M	bh-T, bh-PM, bh- MB
28	Eucalipto	Eucalyptus globulus	MYRTACEAE	1.500-3.000	M,L,CV,Me,P,I	bh-PM
29	Guácima (o)	Guazuma ulmifolia	STERCULIACEAE	0-1.800	F,L,S,P,M,AF,Me	bs-T, bh-T, bh-PM
30	Guadua, bambú	Bambusa guadua	POACEAE	0-1.800	M,P,CV	bs-T, bh-T, bh-PM
31	Gualanday	Jacaranda caucana	BIGNONIACEAE	0-1.400	O,L,P,Me	bs-T, bh-T, bh-PM
32	Guamo	Inga densiflora	MIMOSACEAE	0-2.300	M,S,L,Me,F,P,FN	bs-T, bh-T, bh-PM
33	Guayacán Hobo	Centrolobium paraense	FABACEAE	0-800	I,M,P	bh-T
34	Guayacán trebol	Platymiscium hebestachium	FABACEAE	0-800	M,Ce,FN	bs-T, bh-T
35	Helecho Arbóreo	Cyathea caracasana	CYATHEACEAE	1.600-3.000	O,P	bh-PM
36	Higuerilla	Ricinus communis	EUPHORBIACEAE	0-2.800	Me,I	bs-T, bh-T, bh-PM, bh-MB
37	Higuerón	Ficus insipida	MORACEAE	0-1.800	S,P	bh-T, bh-PM
38	Hobo	Spondias mombin	ANACARDIACEAE	0-2.000	AF,Me	

Tabla No. 3.1
Composición Florística Cuenca Río Minero

Cod	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Altitud	Usos *	Formac. Vegetal**
39	Igua	Pithecellobium guachapele	MIMOSACEAE	0-1.500	FN,I,M,O,S	bs-T, bh-T, bh-PM
40	Indio Pelao	Bursera simaruba	BURSERACEAE	0-1.000	M, CV	bs-T, bh-T, bh-PM
41	Ficus, Lechero de Hoja ancha	Ficus macrocyce	MORACEAE	200-2.300	P,I,S	bh-T, bh-PM
42	Laurel	Nectandra sp.	LAURACEAE	700-1.800	L,S,M,P	bh-T, bh-PM
43	Leucaena	Leucaena leucocephala	MIMOSACEAE	0-1.800	F,I,I,FN,S,CV	bs-T, bh-T, bh-PM
44	Manteco	Tapirira guianensis	ANACARDIACEAE	0-1.000	P	bh-T
45	Matarratón	Gliricidia sepium	FABACEAE	0-1.300	F,FN,Me,CV,S	bs-T, bh-T, bh-PM
46	Naranjuelo	Capparis odoratissima	CAPPARIDACEAE	0-1.000	AF,O,Ce	bs-T, bh-PM
47	Nogal	Juglans neotropica	JUGLANDACEAE	1.500-3.000	M,Me,AF	bh-PM, bh-MB
48	Nogal Cafetero	Cordia alliodora	BORAGINACEAE	0-1.900	M,S,L	bh-T, bh-PM
49	Ocobo	Tabebuia rosea	BIGNONIACEAE	0-2.000	M,O,I,Me	bs-T, bh-T, bh-PM
50	Otobo	Dialanthera Otoba	MIRYSTICACEAE	0-1.800	L,S,M,CV,P	bs-T, bh-T, bh-PM
51	Palma Chonta	Bactris sp	ARECACEAE	0-1.000	AF,P	bs-T, bh-T
52	Palma Noli	Elaeis oleifera	ARECACEAE	0-300	AF,I	bh-T
53	Palma Real	Attalea butyracea	ARECACEAE	0-1.200	AH,I,O,	bs-T, bh-T, bh-PM
54	Payandé	Pithecellobium dulce	MIMOSACEAE	0-1.500	AF,I,O,CV	bs-T, bh-T, bh-PM
55	Roble	Quercus humboldtii	FAGACEAE	1.600-3.000	M,P,L,AF	bh-PM, bh-MB
56	Samán	Pithecellobium saman	MIMOSACEAE	0-1.300	AF,M,Me,I,O,S	bs-T, bh-T, bh-PM
57	Sangregado	Croton funcianus	EUPHORBIACEAE	1.500-2.000	L,S,CV,P,M	bh-MB
58	Suribio, Escobillo	Pithecellobium longifolium	MIMOSACEAE	0-1.800	I,P	bs-T, bh-T, bh-PM
59	Tachuelo	Zanthoxylum sp	RUTACEAE	0-2.300	L,M,P	bs-T, bh-T, bh-PM
60	Teca	Tectona grandis	VERBENACEAE	0-1.200	M,L,I,CV	bs-T, bh-T, bh-PM
61	Tomate de árbol	Cyphomandra betacea	SOLANACEAE	1.400-3.000	AH,P	bh-PM
62	Totumo	Crescentia cujete	BIGNONIACEAE	0-1.300	AH,L,I,Me,CV	bs-T, bh-T, bh-PM
63	Vara Santa	Triplaris americana	POLYGONACEAE	0-1.500	I,O	bs-T, bh-T, bh-PM
64	Yarumo	Cecropia sp	CECROPIACEAE	1.600-2.500	S,Me,AF,P	bh-T, bh-PM

* AF: Alimento para Fauna
AH: Alimento para Humanos
Ar: Artesanías
CV: Cercas vivas
F: Forraje
FN: Fijadoras de Nitrógeno
O: Ornamental
Me: Medicinal

I: Industria
L: Leña
M: Maderable
Me: Medicinal
P: Protección
S: Sombrío
Ce: Control de Erosión

** bs-T: Bosque Seco Tropical
bh-T: Bosque Húmedo Tropical
bh-PM: Bosque Húmedo Premontano

3.2 FAUNA

El origen de la biota colombiana en su estado actual, comienza en el Cretácico, es decir dentro de los últimos 12 millones de años, aceptando desde luego que muchas de las formas de vida tanto vegetales como animales existentes para entonces, ya han desaparecido. (Jorge Hernández Camacho, 1991).

La caracterización de la fauna terrestre se hizo con información secundaria basada en los registros del ICN, Instituto Humboldt, Museo de la Universidad de la Salle, P.O.T.'s, Documentos CAR y del Departamento de Biología de la Universidad Nacional.

La fauna silvestre en jurisdicción de la CAR está compuesta así:

- **Mamíferos:** La mastofauna esta compuesta por 176 especies reunidas en 115 Géneros, 36 Familias y 11 Órdenes. Hay dominancia de mamíferos voladores (murciélagos), seguidos por las especies de mamíferos pequeños (Ordenes Rodentia - ratones - y Didelphimorphia - marsupiales). La diversidad regional a nivel de Órdenes, Familias y Géneros es bastante significativa superando en los tres grupos el 50% del consolidado nacional.
- **Aves:** En Colombia existen unas 1.755 especies de aves registradas; éstas constituyen el 19,4% del total del mundo. La Ornitofauna en el área de jurisdicción de la CAR, está representada en relación al país, así: Ordenes 90,5%, Familias 76,7%, Géneros 52,5% y Especies 34%.

El grupo más representativo es el Orden Passeriformes a través de especies de las familias del Orden Tyranidae (13,1%) Thraupidae (7,9%), Fringillidae (6,7%); le sigue en importancia el orden Columbiformes con la familia Columbidae (palomas, torcazas, tortolitas) y el Orden Apodiformes, principalmente con la familia *Trochilidae* (chupaflores o colibríes) con el 9,6%.

La avifauna regional es eminentemente diurna (96,3%) y tiene un marcado predominio de especies con dieta animalívora o mixta (más del 60%); mientras que las especies estrictamente herbívoras (frugívoras, granívoras, etc.) solamente representan el 5,2%. Las formas de vida de las aves de la región están dominadas ampliamente por las especies asociadas al sotobosque lo cual es característico propia de las especies de las familias del orden Passeriformes.

- **Reptiles:** La herpetofauna regional de Cundinamarca está compuesta por 90 especies de reptiles, pertenecientes a 60 géneros, 17 familias y 3 órdenes. Los reptiles del área CAR son predominantemente diurnos (72,5%) y este hábito está asociado al carácter del nicho ecológico, tanto por su condición ectodérmica (que busca termoregular su temperatura corporal con prácticas de exposición al sol) como a la exposición a depredadores.

Los reptiles nocturnos que presentan un porcentaje relativamente bajo (22%), son principalmente serpientes de tamaños medianos a grandes y eficaces depredadores que, en el caso de las especies de la familia Crotalidae (mapanás, talla X y cascabeles) distribuidas en las partes más calidas de Cundinamarca (valle del Magdalena y sector norte y oriental del Departamento) poseen fosetas termorreceptoras que les ayudan a rastrear y localizar sus virtuales presas durante la noche.

- **Anfibios:** La diversidad a nivel de anfibios en el área de la CAR, presenta una muestra bastante representativa, un total de 54 especies de anfibios, de las cuales 48 especies corresponden al orden Anura, 3 especies al orden Caudata y 3 especies al orden Apoda.

Cabe advertir que buena parte de la herpetofauna, en este caso Anfibios, se distribuye preferencialmente en los pisos templados y fríos, donde se encuentra un marcado porcentaje de endemismos.

A nivel de familias, las más representadas en Cundinamarca son: Entre los Anuros: Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae; entre los Urodela o Caudata, la familia Plethodontidae.

La caracterización de la fauna en las diferentes subcuencas se realizó mediante recopilación de información secundaria y primaria consultando a los moradores de los sitios dentro de la zona de estudio. De esta información se concluye que son varias las causas para la disminución de la fauna, entre ellas la caza, la deforestación, la potrerización entre otras.

No obstante el alto grado de intervención antrópica y la manifiesta ampliación de la frontera agrícola que ha reducido el espacio de los ecosistemas aun se pueden dar reportes de algunas especies.

La información de la fauna se describe para cada una de las subcuencas; se presenta por grupos de Vertebrados superiores Mamíferos, Aves, Reptiles y Anfibios, esto, considerando que éstos grupos están asociados a los diferentes tipos de cobertura vegetal y ecosistemas terrestres presentes en el área de estudio.

3.3 BIODIVERSIDAD

La cuenca del Río Minero posee un gran área de distribución que va desde los 650 hasta los 3750msnm, mostrando una gran variedad de especies tanto de fauna como de vegetación que se adaptan a lo largo de este trayecto, como es el caso de los páramos donde encontramos vegetación característica solamente para esta zona, sin embargo son las coberturas naturales quienes definen el espacio físico donde interactúan las diferentes comunidades de vegetación, siendo las áreas de alimentación, reproducción, refugio y descanso para la fauna asociada, donde existe un gran número de especies en diferentes estados serales, oferta permanente de frutos, ciclos de vida relativamente cortos, crecimientos rápidos, entre otros, es por esto que los bosques se convierten en sitios de alta significancia para la conservación de la biodiversidad, no obstante, es importante anotar que existen especies generalistas, esto es, especies animales que no se restringen a una cobertura en particular y sus necesidades son cubiertas en diferentes hábitats.

Aunque en las zonas de rastrojo la diversidad no es muy alta, es importante tener en cuenta que estos sitios si se conservan algún día llegarán a ser áreas de bosque, de ahí la importancia de proteger y conservar este tipo de cobertura.

Dentro de la cuenca las coberturas naturales cubren un área de 99,069 Km² que representan el 31,86 % del área total de la cuenca, estas coberturas están conformadas por bosques primarios, bosques

secundarios, mosaicos de bosques secundarios con plantaciones, rastrojos altos, matorrales paramunos y pajonales de páramo.

Por su parte y en contraposición los pastos y cultivos presentan una diversidad en promedio baja, debido en gran medida a la relativa homogenización del medio, la disminución evidente de la vegetación original y su reemplazo por pocas especies las cuales pueden estar representadas por un gran número de individuos, además de la poca diversidad de frutos, espacios restringidos de refugio, presencia casi permanente de plaguicidas tanto en el suelo como en el aire, limitan la oferta para las especies de fauna, igualmente las áreas con infraestructura urbana determinadas por la actividad antrópica, presentan una disminución drástica de la biodiversidad.

En la cuenca, las coberturas transformadas cubren un área de 0,29 Km² que equivalen al 68,14% del área de la cuenca, duplicando las áreas naturales, indicándonos que la biodiversidad tiende a disminuir, además de amenazar especies de valor comercial y ecológico como son el Cedro (*Cedrela sp.*), Guayacán Rosado (*Tabebuia rosea*) y Roble (*Quercus humboldtii*) entre otras.

La implementación de sistemas de producción sostenibles en la cuenca se hace imperante con el fin de mitigar y compensar el impacto ejercido sobre las coberturas naturales.

4. CARACTERIZACION SOCIOECONÓMICA

4.1 USO ACTUAL DE LA TIERRA

Las coberturas más representativas de la cuenca del Río Minero son las siguientes (*Ver Figura No. 4.1*):

Tabla No. 4.1
Cobertura Y Uso Actual De La Tierra

COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA	CARACTERISTICAS	AREA (Km ²)	%
Bosques Primarios	Los bosques primarios son los que han conservado intactas sus características a lo largo de toda su existencia y nunca han sido modificados por ningún evento natural	12,43	1,24
Bosques Secundarios	Los bosques secundarios (Bs) han resurgido por un proceso sucesional denominado también secundario donde el bosque primario fue eliminado o significativamente alterado, los bosques secundarios se ubican en las cinco subcuencas del Río Minero principalmente en los filos y áreas con pendiente fuerte	115,61	11,58
Bosque Plantado	Las plantaciones forestales son aquellas que han sido sembradas por el hombre con un orden y distribución de siembra, su homogeneidad se manifiesta en la similitud del tamaño, altura y forma de copas, produciendo un estrato uniforme; en la microcuenca se encontraron pequeñas plantaciones de pino patula y eucalipto de tipo protector-productor	10,14	1,01

COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA	CARACTERISTICAS	AREA (Km ²)	%
Mosaico de Bosque Secundario y Bosque Plantado	Esta unidad corresponde a áreas de bosque secundario dentro de los cuales han sido establecidas plantaciones en pequeñas áreas de tal manera que no pueden ser identificadas como unidades independientes	31,58	3,16
Rastrojos Altos	Es un tipo de cobertura arbustiva y herbácea, como resultado de la tala de bosques, corresponde a una etapa sucesional hacia el bosque secundario, este término viene siendo utilizado últimamente dentro de las coberturas boscosas, con el objeto de reconocer su importancia ecológica, los rastrojos pueden ser altos o bajos dependiendo del tamaño de los elementos arbustivo.	125,74	12,59
Tierras Agropecuarias	Esta cobertura es producto de la acción antrópica en áreas donde anteriormente existían bosques, se ubica principalmente en las terrazas y pendiente moderadas de la cuenca. Se incluyen los mosaicos de zonas cafetera, cultivos transitorios y misceláneos de cultivos y pastos, pastos naturales y mejorados	655,83	65,66
Áreas Urbanas	Se refiere a todos los asentamientos humanos que se encuentran dentro de la cuenca, en la cartografía están identificadas todas las cabeceras municipales que se hallan dentro de la misma.	0,26	0,03
Cuerpos de agua	Corresponden a todos los cuerpo de agua ya sean naturales o artificiales,	0,38	0,04
Matorral Parámuno	Vegetación natural propia de pisos térmicos muy fríos y extremadamente fríos, conformada por especies de tipo arbustivo y herbáceo, se ubican en las partes altas de las subcuencas del Río Negro, Palenque y Piedras	44,54	4,46
Herbáceas Pajonales	Cobertura natural conformada principalmente por gramíneas. Dentro de la cuenca se ubican en las zonas de subpáramo en las subcuencas del Río Negro y Palenque	2,25	0,22
AREA TOTAL		998,75	100 %

Fuente: Equipo Consultor, 2006

4.2 ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO

4.2.1 Demografía

En términos generales la zona programática presenta una densidad baja que solo alcanza los 46 habitantes por km², es decir menos de un poblador por hectárea, esta situación se debe principalmente a dos situaciones, la primera debida a su complicada geografía que limita un mayor desarrollo agropecuario y la segunda derivada de esta, la migración de la población en edad activa que al no encontrar mayores posibilidades de crecimiento personal deben emigrar a otras regiones en procura de mejores y mayores oportunidades de vida. (*Ver Tabla No. 4.2*)

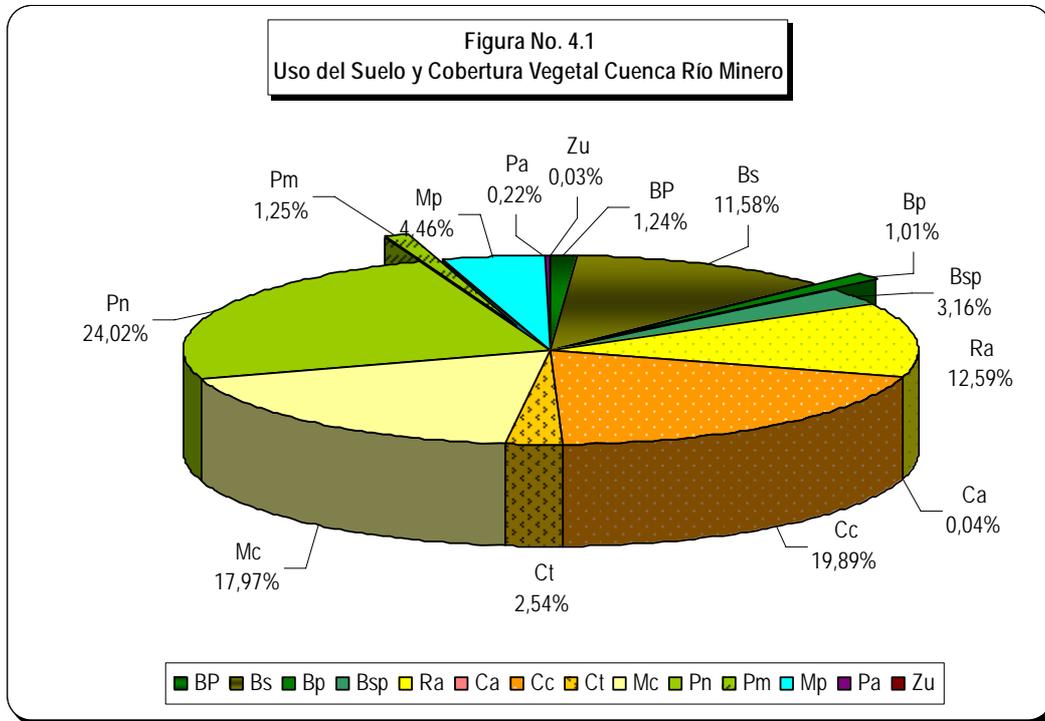


Tabla 4.2
Aspectos Demográficos

Municipios	Población	Urbana	Rural	Hombres	Mujeres	% Crecimiento
Buenavista	5759	728	5031	3054	2705	6,45
Chiquinquirá	54949	46827	8122	26518	28431	32,61
Saboya	12611	751	11860	6240	6371	-0,93
Carmen de Carupa	8243	1667	6576	4398	3845	2,12
Paime	5281	517	4764	2802	2479	-13,47
San Cayetano	5145	651	4494	2723	2422	9,32
Tausa	7575	795	6780	4057	3518	23,81
Topaipí	4599	694	3905	2498	2101	-25,61
Villa Gómez	2104	598	1506	1095	1009	-12,63
Yacopí	15840	3245	12595	8294	7546	-4,58
Total	122106	56473	65633	61679	60427	9,25

Fuente : Dane: Censo de Población 2005

Se observa en la tabla que solo los municipios de Chiquinquirá y Tausa presentan un crecimiento positivo, dado que los restantes lo presentan negativo, dado que Buenavista y San Cayetano a pesar de mostrar un incremento positivo este es inferior al crecimiento vegetativo (nacimiento – muertes) de la población que se ubica para el periodo en estudio (1993 – 2005) en el 19.4%, lo que esta significando la presencia de un proceso emigratorio, que aunque inferior a los que se presentan en los

municipios con tasa de crecimiento negativo, es significativo, en especial en poblaciones tan pequeñas

Igualmente se identificó que la cuenca cuenta con un indicador muy alto de ruralidad, lo que indica que las zonas urbanas son solo un referente precario para las necesidades de apoyo que los procesos de desarrollo conllevan.

4.2.2 Aspectos Sociales

En materia de salud la zona ofrece pocos servicios de hospitalización en la zona y solo podría decirse que Carmen de Carupa y Yacopí lo poseen en el departamento de Cundinamarca, dado que los tres municipios de la cuenca que corresponden a Boyacá puede afirmarse que poseen hospitalización, dado que Saboya esta tan cerca de Chiquinquirá que no lo requiere. Con respecto a las principales causas de morbilidad se tiene que las de mayor frecuencia son las infantiles IRA y EDA y las afecciones de tipo hipertensión, artritis y gastritis entre los adultos.

La educación en la zona afronta algunos problemas derivados de su geografía y de las dificultades para su desplazamiento, lo que determina que en algunos municipios la tasa de cobertura sea baja comparada con parámetros departamentales, pero en todo caso existe un gran compromiso de los docentes con el desarrollo de la educación y el incremento de su cobertura en la zona de la cuenca del río Minero. Se aprecia que a pesar de los esfuerzos del sector educativo, se encuentran en los municipios dos problemas principales, el primero referido a la tasa de cobertura o coeficiente de escolaridad del servicio que en algunos municipios solo alcanza el 60 – 75 % de la población en edad escolar y el segundo concerniente a la capacidad de retención del sistema o deserción escolar que según los comentarios de los directores de núcleo alcanza en algunas áreas hasta el 15% de la población escolarizada. Estos hechos se deben principalmente a la pobreza de los pobladores que muchas veces deben utilizar la mano de obra de sus hijos para poder subsistir.

Existe cobertura en los servicios básicos y públicos en las áreas urbanas, en las áreas rurales aún existe deficiencias, En los municipios presentes en las subcuencas la mayor parte de los sistemas están formulados, en San Cayetano se encuentran en operación, y en optimización. (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, Residuos Sólidos, Planta de Tratamiento de agua Potable). Sin embargo, los sistemas presentes y en operación deben ser evaluados para determinar su funcionalidad.

5. USO Y DEGRADACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

5.1 PÉRDIDA DE SUELOS

Los procesos erosivos y la producción de sedimentos tienen una significación especial en la cuenca del río Minero, donde la topografía abrupta y las características de los suelos se conjugan para hacer el problema particularmente serio.

La erosión hídrica es un fenómeno de gran importancia, los modelos más utilizados para evaluarla en una cuenca son de tipo paramétrico, usualmente empíricos, que expresan la relación entre las pérdidas del suelo con un número determinado de variables por medio de ecuaciones de regresión, como la Ecuación Universal De Pérdidas De Suelo (USLE).

Una vez estimados los parámetros que conforman la Ecuación Universal se procedió a calcular la tasa de erosión en la cuenca del río Minero y sus respectivas subcuencas, espacializando cada uno de los factores de la ecuación mediante mapas tipo grid, con una resolución de celda de 20 m por 20 m, utilizando el sistema de información geográfica Arc-Gis, obteniendo como resultado el mapa de Pérdidas de Suelo o Tasa de Erosión.

Con base en el anterior análisis se estimó una tasa de erosión anual promedio de 263.7 ton/ha/año para la cuenca del río Minero y una producción total anual de 26'215.083 toneladas in situ, con gran variación en las tasas de erosión en cada una de las subcuencas que conforman el sistema, observándose mayores pérdidas de suelo en la parte media y baja de las cuencas de los ríos Negro y Guaquimay, con valores puntuales que oscilan entre los 500 y 2500 Ton/año, esto como consecuencia de la ocurrencia de precipitaciones anuales superiores a los 2000 mm, suelos poco consolidados con predominio de texturas arcillo limosas y fuertes pendientes por encima del 25%; las menores tasas de erosión se localizan en las partes altas de las cuencas de los ríos Piedras, Villamizar y Palenque, con valores inferiores a las 20 ton/año, en zonas de altas pendientes, con buena cobertura vegetal y precipitaciones anuales que no exceden los 1000 mm.

En la *Tabla No. 5.1* se presentan las tasas de erosión por cuenca de tercer orden.

Tabla No. 5.1
Tasa De Erosión (Ton/Ha/Año).Cuenca Del Río Minero

CUENCA	Área (Km ²)	Pérdida de suelo (Ton/año)	Tasa de Erosión (Ton/ha/año)
Río Palenque	231,36	976.318	42.4
Río Villamizar	56,02	1'257.453	227.6
Río Negro	428,92	11'447.840	267.1
Río Guaquimay	230,35	12'378.707	535.6
Río Piedras	52,07	154.765	31.8
Río Minero	998,76	26'215.083	263.7

Comparativamente con otras cuencas del país, en donde se han estimado tasas superiores a las 361 ton/ha/año en la cuenca del río Guavio, 446 en la cuenca media del río Cauca y 65 en la cuenca Alta del río Tunjuelo, la cuenca del río Minero en su conjunto en el área de jurisdicción de la CAR con 263.7 ton/ha/año presenta tasas de erosión críticas.

5.2 CALIDAD DE AIRE

Fuentes Fijas: Se observo fuentes de contaminación relacionado con la disposición inadecuada de basuras como quemas a cielo abierto, en algunas veredas hay cultivos de caña y adjunto a esta actividad se observa un inadecuado uso de materiales de combustión como es la utilización de llantas para la elaboración de productos de la caña como es la panela, melaza y otros, en la subcuenca del río Guaquimay existen 201 hectáreas y en el río negro existen 60 hectáreas de este cultivo, que son contaminantes potenciales por esta mala practica, nociva para el ambiente aéreo e integra productos al aire nocivos para el ambiente y la salud, otra fuente fija de contaminación atmosférica son las carreteras sin pavimentar que adiciona gran cantidad de partículas de polvo, también otra fuente fija y muy contaminante es la de las quemas para potrerizacion de zonas boscosas.

Fuentes Móviles: El tráfico automotor es un constituyente de este tipo de contaminante

5.3 CALIDAD DE AGUA

La evaluación de los resultados se realizó por medio de la comparación con la normatividad ambiental colombiana: Decreto 1594/84, el cual establece criterios de calidad para la destinación del recurso (Artículos 37, 38, 39 y 40), Decreto 475/98, en donde se establecen criterios de calidad para agua segura.

- ⇒ Los cuerpos de agua monitoreados presentan el agua turbia, por aportes de material orgánico e inorgánico suspendido, lo cual incide en el aspecto físico de esta.
- ⇒ La mayoría de los cuerpos de agua presentan una caracterización fisicoquímica que indica un pH cercano a la neutralidad, una conductividad que indica una grado de mineralización medio, relacionándose con la concentración de sólidos disueltos. No se detectaron grasas y aceites; sin embargo se evidencia contaminación por concentraciones de Hierro, Niquel y fenoles superiores a la norma, así como de coliformes fecales y totales, lo que demuestra además alto grado de contaminación por materia orgánica.
- ⇒ Según los índices de contaminación(ICO's), La cuenca del Río Minero y los aportantes presentan un grado de contaminación alto a muy alto por sólidos suspendidos y materia orgánica y según el contenido de fósforo es un cuerpo de agua que se clasifica en la categoría de eutrofia.
- ⇒ Los resultados obtenidos, indican que los cuerpos de agua evaluados no son aptos para consumo humano y uso doméstico. Las aguas que se capten para consumo humano y uso doméstico deberán recibir en la planta compacta de tratamiento los siguientes procesos unitarios de: floculación, sedimentación, filtración y desinfección para obtener aguas seguras.
- ⇒ Antes de captar las aguas de uso industrial se debe monitorear las siguientes variables índice de Langelier, índice de corrosividad y adaptar antes de su utilización un desarenador, añadir biocidas

para evitar el crecimiento de microorganismos; y agentes anticorrosivos (de baja contaminación a los cuerpos de agua receptores), estos en caso de que sean necesarios.

⇒ Para el vertimiento de aguas industriales se deberá realizar previamente un monitoreo y aireación.

5.4 SANEAMIENTO AMBIENTAL

El estado de saneamiento ambiental se presenta en la siguiente tabla, donde se describen los aspectos más importantes de los elementos que conforman el saneamiento municipal.

Tabla No. 5.2
Síntesis del Saneamiento Ambiental en la Cuenca del Río Minero

MUNICIPIO	PMAA	PTAR	PGIRS	AGUA POTABLE
San Cayetano	En operación	En operación, sin embargo requiere obras de separación de aguas negras y lluvias	PGIRS para el casco urbano y los centros poblados de las Mercedes, Comancha y Curbural	Captan de la Q. El espejo, se están implementando acueductos veredales para un total de 15, de los cuales 10 son con el municipio de Carmen de Carupa, cuenta con PTAP.
Carmen de Carupa	En formulación	Incluida en la formulación del PMAA	Formulado el 100%	El área urbana cuenta con PTAP, capta de la Q. El Mortino y existen acueductos veredales en El Mortino, Casablanca y La Esperanza, las demás se surten de nacederos
Buenavista	Sin formular	Existe 1, pero esta fuera de servicio	En formulación	La captación se realiza de la Q. La Capilla y del nacedero Agua Blanca, cuenta con PTAP,
Chiquinquirá	En operación	En formulación	En formulación	Cuenta con 2 PTAP, Capta del Río Suárez
Saboyá	Sin formular	Sin formular	En ejecución	Captan de la Q. El Cantoco, algunas veredas cuentan con acueductos, sin embargo la vereda varelas parece reportada sin acueducto veredal
Yacopí	Formulado el 100%, se incluye acueducto nuevo área urbana y abastecimiento de veredas cercanas	Incluida en el PMAA	En operación, sin embargo debe ser evaluado y optimizado ya que no cumple la función	Tiene una cobertura del 95%, capta de la Q. San Antonio, El Charco y Alto de las Tetras. La mayor parte de las veredas cuentan con acueductos veredales. No cuenta con PTAP
Topaipí	Formulado el 100%, con una financiación de \$ 2.000.000.000 por parte de la Gobernación	Cuenta con una planta para trabaja deficientemente	Cuenta con PGIR y hay un convenio para implementarlo en el área urbana y rural	Cobertura del 90%, la mayor parte de las veredas cuentan con acueductos veredales y las demás se surten de nacimientos.
Paimé	Formulado el 100%, que incluye la PTAR	Incluida en el PMAA	Formulado el 100%	Captan de la Q. La Mina, la conducen a la PTAP que actualmente es deficiente, en su cobertura y en calidad, A nivel rural, el acueducto presenta deficiencias, teniendo en cuenta que solamente las veredas Combuco, La Carrera, Silvia, el Palmar y en las inspecciones El Plomo, Tudela, Cuatro Caminos y Venecia
Villa Gómez	Se encuentra en un 80% de ejecución. No se tiene contemplado el PSMV	Se encuentra formulado en un 60%.	Se encuentra formulado el 100%, no cuenta con recursos para la ejecución	En el área urbana tiene cobertura del 100%, se abastece de las quebradas Toros, Miraflores y cristalina

5.5 PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD

Uno de los efectos directos en la pérdida de diversidad es la simplificación de ecosistemas, donde las especies asociadas a los diferentes ecosistemas desaparecen por alteración de los procesos ecológicos y en especial cuando las condiciones del hábitat natural no permiten su mantenimiento. Es evidente que en la cuenca del Río Minero se vienen produciendo procesos de pérdida de biodiversidad, esto se refleja en el cambio de la cobertura inicial, que solamente representa el 30,09% del área total de la cuenca, representada en bosques naturales, rastrojos altos y matorrales y pajonales de páramo, que se conforman por una gran variedad de especies de gran valor ecológico y/o comercial, estas áreas están siendo remplazados, como consecuencia de la presión antrópica, por cultivos, potreros y plantaciones, que conforman una extensa área dentro de la cuenca, localizados sobre toda la cuenca. Si bien es cierto las áreas de cultivo y pastos no disminuyen la productividad en biomasa pero si pierden necesariamente diversidad. De igual manera en los bosques existentes persiste una presión selectiva sobre aquellas especies de valor comercial sin ningún tipo de manejo, como es el caso del ocobo y cedro macho en el bosque húmedo tropical y nogal cafetero y roble en el bosque húmedo premontano y montano bajo, trayendo como consecuencia la disminución de su abundancia y en algunos casos poniendo en peligro su permanencia

La pérdida de biodiversidad se detectó también en las zonas de páramo, donde la importancia de su biodiversidad radica en el alto endemismo que presentan, pues debido a las condiciones climáticas extremas conllevan a una selección de especies de flora y fauna que se adaptan solamente en estas zonas, sin embargo sus coberturas naturales están siendo altamente afectadas para dar paso al establecimiento de cultivos de papa y potreros.

A pesar de que aún se hallan especies de gran valor económico y ecológico, es imperante tomar acciones de restauración, en la medida que sea posible, y de mitigación de los impactos sobre las áreas de cobertura natural existentes, lo cual finalmente influye en la conservación de biodiversidad.

6. EVALUACION SOCIOAMBIENTAL

La evaluación socio-ambiental presentada a continuación es el resultado de evaluar, a través de diferentes metodologías, los componentes del entorno y su dinámica en la cuenca.

6.1 ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

Los ecosistemas estratégicos son aquellos que prestan bienes y servicios ambientales básicos para el mantenimiento de la calidad de vida de las sociedades humanas, esto es, para la satisfacción de necesidades básicas, la continuidad de procesos productivos industriales y agropecuarios, la prevención de riesgos de origen ambiental y la conservación de estructuras y procesos ecológicos fundamentales, tales como la regulación climática e hídrica o la protección de la biodiversidad.

Los ecosistemas estratégicos en la cuenca del Río Minero se identificaron de acuerdo a la función que prestan las coberturas vegetales y al riesgo que pueda presentar la zona, es así como se identificaron los siguientes ecosistemas estratégicos

- **Ecosistemas estratégicos para el mantenimiento del equilibrio ecológico y la biodiversidad:** Son aquellos cuya función es mantener los equilibrios ecológicos básicos y de riqueza del patrimonio natural o riqueza biótica. Se incluyen los Bosques Primario, Bosques Secundarios, Bosques Riparios, Misceláneos de Bosques Secundario y Rastrojos y los Cuerpos de agua.
- **Ecosistemas estratégicos para el mantenimiento del equilibrio ecológico y manejo especial:** Dentro de esta unidad se encuentran las coberturas de las zonas de páramo, pues cumplen funciones en el equilibrio ecológico, juegan un papel determinante en el ciclo y regulación hídrica, además de presentar un alto endemismo, lo que las hace biodiversamente ricas
- **Ecosistemas estratégicos para el abastecimiento de la población y los procesos productivos:** Son aquellos que satisfacen las necesidades de la población en agua, aire, alimentos, energía, recreación y por ende son factores para alcanzar la productividad económica al ser considerados insumos básicos de los procesos productivos.
- **Ecosistemas estratégicos por su Alto Riesgo:** En esta clasificación están las áreas frágiles y deterioradas propensas entre otras causas a deslizamientos, erosión, inundaciones, sequías e incendios forestales.

Tabla No. 6.1
Áreas de las Unidades de Ecosistemas Estratégicos

Unidad	Área	%
Ecosistemas estratégicos para el mantenimiento del equilibrio ecológico y la biodiversidad (EEB)	285,86	28,62
Ecosistemas estratégicos para el mantenimiento del equilibrio ecológico y manejo especial (EEM)	46,78	4,68
Ecosistemas estratégicos para el abastecimiento de la población y los procesos productivos (EAP)	658,21	65,90
Ecosistemas estratégicos por su Alto Riesgo (EAR)	7,91	0,79

6.2 AMENAZAS NATURALES

Dentro de la cuenca del río Minero, en términos generales los principales agentes de amenazas naturales están asociados a movimientos de remoción en masa.

⇒ **Amenaza Muy Alta Por Remoción En Masa**

Corresponde a áreas de altas pendientes en rocas blandas y algunas veces sobre depósitos coluviales, se asocian a zonas de escarpes y evidencian desarrollo intenso de procesos erosivos como caída de bloques y deslizamientos en forma de fallas planares. En la cuenca, la amenaza muy alta por remoción en masa se localiza en pequeños sectores en las vertientes o partes altas de los cauces de quebradas y ríos como son:

⇒ **Amenaza Alta Por Remoción En Masa**

Corresponde a áreas de altas pendientes en paisajes colinados de origen erosivo y estructural en predominio de rocas blandas aunque eventualmente sobre areniscas intensamente fracturadas, esta unidad se concentra especialmente hacia el oriente de la cuenca y a lo largo de las vías se observan evidencias de inestabilidad que permiten otorgarle este carácter de amenaza alta (especialmente en cortes sobre la vía). Representa la mayor parte del área de la cuenca, comprende buena parte de los municipios de Buenavista y Carmen de Carupa, comprende el área abastecedora del acueducto municipal de San Cayetano (Quebrada el Espejo, La Esperanza), al igual otras de importancia ambiental como la Quebrada el Mortiño, entre otros sectores

⇒ **Amenaza Moderada Por Remoción En Masa**

Corresponde a áreas de topografía ondulada a montañosa (hasta el 50% de inclinación del terreno) sobre áreas montañosas y colinadas. Esta unidad es dominante en la parte central y occidental de la cuenca y su presencia esta asociada a deslizamientos de carácter local ocasionados por intervención de taludes y laderas, deforestación y mal manejo de aguas de escorrentía. La encontramos principalmente en la parte alta del Río El Salto, Quebradas El Tablón, Guargüa y en pequeños sectores en jurisdicción del municipio de Buenavista en las partes altas de las quebradas.

⇒ **Amenaza Baja Por Remoción En Masa**

Se asocia a área de topografía plana a ondulada sobre paisajes colinados y en donde no se observan evidencias importantes de procesos erosivos. Ocupa un área mínima dentro de la cuenca y esta diseminada a lo largo de la misma. Son pequeñas áreas ubicadas principalmente en zona de páramo en el nacimiento de la Quebrada El Tablón (vereda Sabaneque) y en la parte media de la Quebrada Guargüa (vereda Casablanca).

⇒ **Amenaza Moderada Por Inundación**

A pesar de tener una incidencia baja esta amenaza se observa puntualmente sobre la parte central de la cuenca y su afectación no es considerada importante. Se identifica como sectores de importancia las partes bajas del Río El Salto, Quebrada Los Órganos, Río Herradura (Muy cercanos a la confluencia con el Río Palenque).

La Subcuenca del Río Palenque representa la de mayor grado de amenaza por movimientos de remoción en masa y puntualmente cuenta con áreas de amenaza moderada por inundación.

Tabla No. 6.2
Distribución de Áreas en Amenaza

Categoría De Amenaza	Área	%
Muy Alta por Remoción en Masa	20,75	2,08
Alta por Remoción en Masa	424,32	42,49
Moderada por Remoción en Masa	509,22	50,99
Baja por Remoción en Masa	41,92	4,20
Moderada por Inundación	2,54	0,25

6.3 USO POTENCIAL MAYOR DE LAS TIERRAS

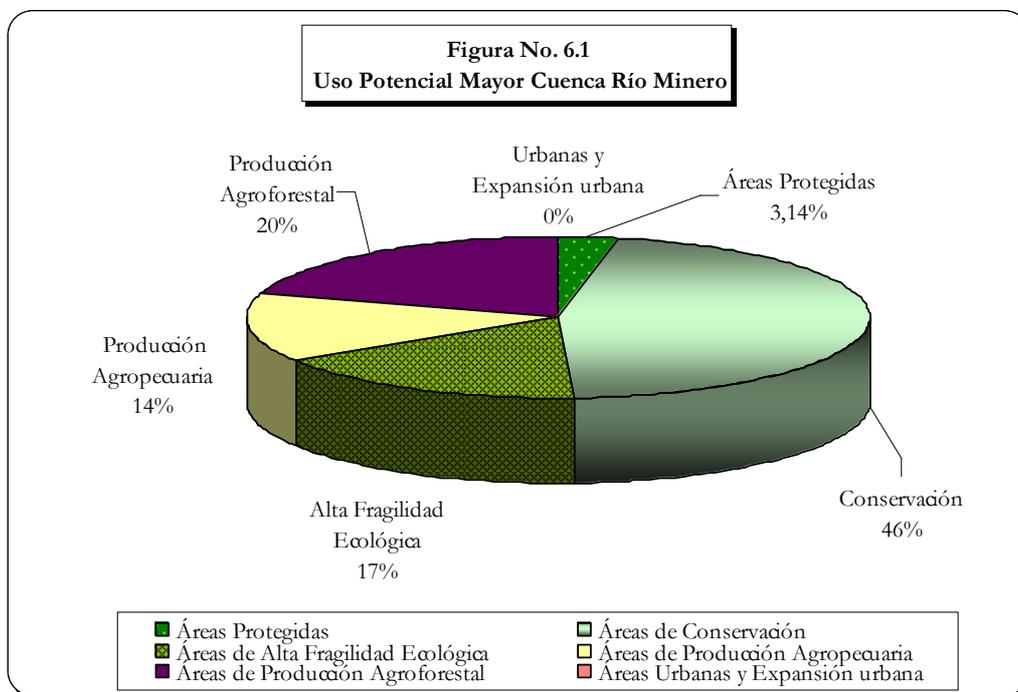
La definición de unidades de la potencialidad de los suelos en la cuenca se realizó a partir de cartografía temática e informes de elementos y componentes bióticos tales como: zonas de vida, clasificación de tierras por su capacidad de uso, aptitud del suelo, coberturas del uso actual del suelo o vegetación asociada, utilizando los criterios ambientales definidos por la CAR en los términos de referencia.

De acuerdo a las anteriores variables se determinaron los siguientes usos Potenciales Mayores del Suelo. *(Ver Figura No. 6.1)*

Tabla No. 6.3
Síntesis de Uso Potencial Mayor de la Cuenca Río Minero

Vocación	Uso Potencial Mayor	Características	Área
Tierras de Producción	Agropecuario	Tierras regulares para cultivos intensivos	139,81
	Agroforestal	Tierras apropiadas para cultivos permanentes, pastoreo y forestales. No arables	202,13
	Minería	Corresponde a zonas adecuadas para explotación minera y otros usos	
Tierras de Protección Especial e Importancia Ecológica	Conservación	Tierras de conservación y protección. No apropiadas para fines agropecuarios ni explotación forestal	458,59
	Alta Fragilidad Ecológica		166,57
	Áreas Protegidas	Tierras para protección - producción	31,39
Tierras de Desarrollo Urbanístico	Zonas urbanas y suburbanas	Tierras de moderado desarrollo urbanístico	0,26

Fuente: Equipo Consultor, 2006



4.4 CONFLICTOS DE USO

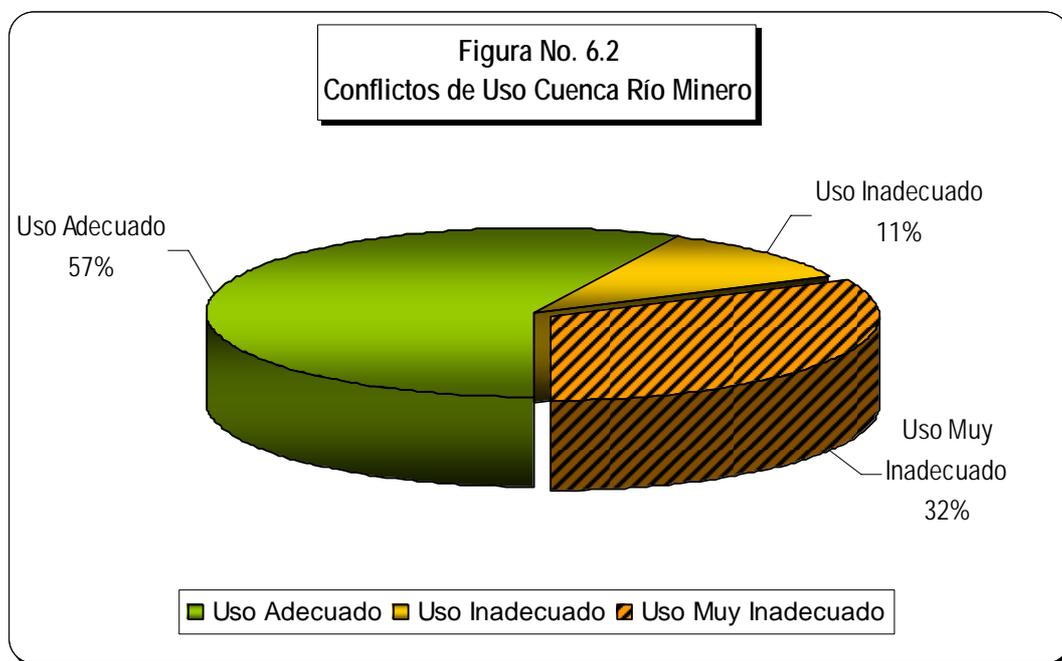
Los conflictos de uso ambiental se generan por la existencia de incompatibilidades significativos entre la oferta y la demanda ambiental. La incompatibilidad se expresa o surge entonces cuando se establece un desequilibrio entre la Uso potencial y el Uso que el hombre ha ejercido sobre el recurso; sin embargo, se presentan algunos conflictos de tipo natural provocados por amenazas naturales que también fueron evaluados en el estudio.

Los Conflictos de Uso identificados se presentan en la *Tabla No. 6.4* y *Figura No. 6.2*

Tabla No. 6.4
Conflictos de Uso Cuenca Río Minero

Simbolo	Conflicto	Descripción	Área (Km ²)
UA	Adecuado	Es el producto de la concordancia entre la cobertura vegetal, uso actual y el uso Potencial de las tierras. El uso es adecuado cuando la oferta del recurso agua es mayor que la demanda, resultando exceso de agua,	571,40
UI	Inadecuado	Son áreas donde los usos y actividades sobre el suelo mantienen conflictos debido a que existe un marcado desequilibrio entre la potencialidad de	105,37

Simbolo	Conflicto	Descripción	Área (Km ²)
		los suelos donde es superada o sobre-utilizada para el aprovechamiento de los recursos. Se considera inadecuado cuando la demanda es de categoría alta y la oferta es media, baja o muy baja,	
UMI	Muy Inadecuado	Áreas donde el uso actual está muy por encima de la capacidad productiva de los suelos, generando algún grado de deterioro o erosión de los suelos.	321,98

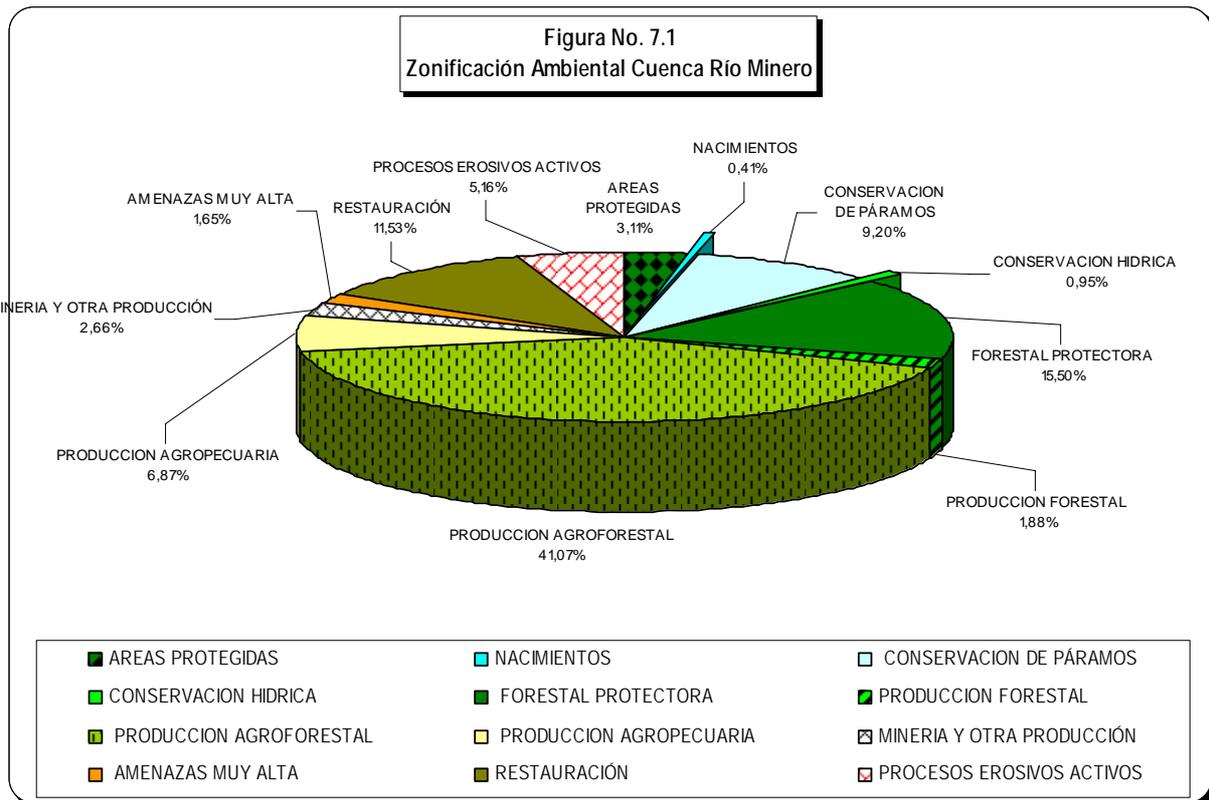


7. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

La Zonificación se entiende como el proceso inicial de Ordenamiento de un Territorio el cual involucra factores geográficos, ambientales y productivos, realizados en concordancia con las actividades que realiza la comunidad dentro de un territorio. La zonificación presentada constituye igualmente una respuesta de la dinámica ambiental, social y cultural de las áreas; de tal manera, que es el eje estructurante para la formulación y posterior implementación de los programas y proyectos de conservación.

A partir de las categorías definidas en la Guía Técnico Científica de Ordenación de Cuencas Hidrográficas- IDEAM (Caja de Herramientas Marzo de 2006) y del contenido del Acuerdo 016 de 1998 de la CAR, y de las características propias del área de estudio de la cuenca y de la concertación

con la comunidad, se describe en la *Tabla 7.1* siguiente un resumen de La Zonificación Ambiental para la cuenca del Río Minero. (*Ver Figura No. 7.1*)



LEYENDA				
UNIDAD DE MANEJO	SIMBOLO	ZONIFICACIÓN	AREA (KM ²)	AREA (%)
PRESERVACIÓN		Áreas Protegidas Declaradas: Cuchilla El Tablón, Alto de san Antonio, Páramo de Guerrero, Laguna Verde y Guargúa, Microcuenca Qda. El espejo, Qda. Negra y Qda. Charruscada, Cerro La Caraucha, Cerro El Topaz y Alto El Tarro.	31,07	3,11
		Zonas de Nacimientos	4,13	0,41
CONSERVACIÓN		Zonas Aferentes a las Bocatomas.	---	---
		Zonas de Conservación Hídrica : Rondas y cuerpos de agua.	9,51	0,95
		Zonas de Conservación de los recursos Hidrobiológicos - Zonas de páramo y vegetación asociada.	91,77	9,19
		Zonas de Conservación Forestal Protectora: áreas cubiertas por bosques primarios y secundarios ubicados entre los 2000 y 3000 metros de altura en pendientes mayores al 50%.	154,70	15,49
RESTAURACIÓN		Zonas de Rastrojos Altos y estados sucesionales a bosque.	115,05	11,52
		Zonas de Amenaza Muy Alta por procesos de remoción en masa.	16,43	1,64
RECUPERACIÓN		Zonas de Procesos Activos de Erosión con presencia de caída de bloques, carcavamiento y socavación.	51,48	5,15
		Cuerpos de agua abajo de las cabeceras que presentan niveles de contaminación.	---	---
PRODUCCIÓN		Zonas de Producción Forestal conformada por bosques plantados protectores-productores y misceláneos de plantaciones de bosque secundario.	18,76	1,88
		Zonas de Producción Agropecuaria Tradicional	68,56	6,86
		Zonas de Producción Agroforestal	409,83	41,03
		Zonas de Desarrollo Minero y/o Zonas de Producción Forestal	0,24	0,02
		Zonas de Desarrollo Minero y/o Zonas de Producción Agroforestal	21,93	2,20
		Zonas de Desarrollo Minero y/o Zonas de Producción Agropecuaria Tradicional	4,38	0,44
DESARROLLO URBANÍSTICO		Áreas Urbanas Discontinuas.	0,92	0,09
TOTAL			998,75	100,00

8. PROSPECTIVA

De acuerdo con lo expuesto por el Ministerio del Medio Ambiente en diferentes documentos, el ordenamiento ambiental del territorio busca tres grandes propósitos en el tiempo: en el futuro, la prevención de conflictos ambientales; en el presente, la resolución de conflictos ambientales; y en el pasado, la reversión de procesos de deterioro ambiental. Desde el punto de vista temporal entonces, debemos analizar el estado actual de la cuenca estudiada a partir de la intervención realizada en la misma en el pasado, y establecer las condiciones ambientales futuras que le permitan cumplir de manera sostenible su tarea de suministro de bienes y servicios ambientales a la sociedad.

Uno de los objetivos de esta fase fue determinar la *Visión De Futuro* y el modelo de organización ambiental-territorial de la cuenca del Río Minero de esta manera el resultado fue:

Esta Visión De Futuro representa un Modelo Territorial de largo plazo, (9 años) que orientará tanto la propuesta de organización territorial como la formulación de las estrategias de intervención que perfilarán el área de la cuenca. Con el aporte del estudio se pretende que una vez identificados los conflictos ambientales, se prevengan las actividades que causan efectos negativos sobre los recursos de la oferta ambiental del área y que prestan servicios ambientales a la comunidad. Esta visión de futuro, con base en la realidad identificada en el área de estudio, permite trazar propuestas de manejo, que optimicen el desarrollo y la sostenibilidad ambiental.

8.1 DISEÑO DE ESCENARIOS

Como resultado de variados análisis se establecieron tres escenarios, a partir de la visión de futuro, que ocurrirían en la cuenca y que se implementará con adecuadas acciones de manejo. Tales escenarios son: el tendencial (si no se realiza ninguna actividad de manejo, basado en el pasado, presente y futuro de la cuenca en las condiciones anteriores al ordenamiento), el alternativo (resultado de implantar sin restricciones en la cuenca los resultados y lineamientos del ordenamiento ambiental, con las correspondientes propuestas de manejo) y el concertado (resultado de introducir restricciones, condiciones, mejoras o complementos por parte de la comunidad receptora directa o indirecta de los servicios ambientales del área de estudio).

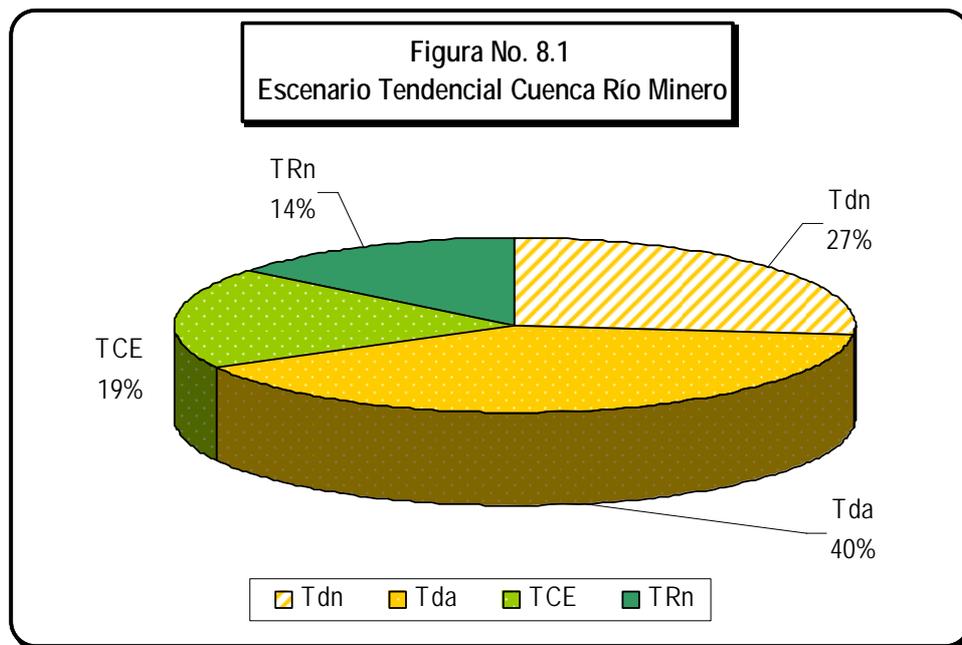
8.1.1 Escenario Tendencial Cuenca Río Minero

De acuerdo al comportamiento de las diferentes variables físicas, bióticas y sociales en la cuenca del Río Minero se refleja la siguiente tendencia. (*Ver Figura No. 8.1*)

- ⇒ Degradación
- ⇒ Conservación y Equilibrio
- ⇒ Regeneración

Tabla No. 8.1
Síntesis de Escenarios Tendenciales Cuenca Río Minero

Escenario	Descripción	Área Km ²
Áreas Con Tendencia A La Degradación Natural (Tdn)	Los procesos naturales que causan degradación en la zona corresponden principalmente áreas identificadas como de amenaza alta por sismicidad y remoción en masa, la erosión ligera a moderada y áreas paralelas a los sistemas de fallas	267,22
Áreas Con Tendencia A La Degradación por intervención Antrópica (Tda)	Áreas con marcada orientación hacia la explotación agropecuaria, tiene una clara tendencia hacia la degradación provocada por el conflicto de uso inadecuado, originado a partir de que el uso potencial mayor es diferente a la dedicación o uso actual del suelo.	400,40
Áreas Con Tendencia A La Conservación O Equilibrio (TCE)	Una tendencia claramente identificada en el área de estudio, es hacia el establecimiento de áreas de coberturas boscosas naturales, que evolucionen forestalmente hacia un clímax ecológico, en virtud a la protección garantizada por la declaración de áreas protegidas. Estas zonas se encuentran principalmente en los Ecosistemas estratégicos, con coberturas en Bosques y Rastrojos Altos.	188,74
Áreas Con Tendencia A La Restauración y Regeneración Natural (Trn)	Son áreas que corresponden a una decidida acción de sus habitantes propietarios a dejarlas en un estado de reposo ambiental para lograr su recuperación de manera natural, desarrollándose de esta manera una regeneración natural.	142,39



8.1.2 Escenario Alternativo Cuenca Río Minero

El mapa de escenario alternativo es la propuesta de una cuenca con desarrollo sostenible en sus diferentes aspectos, por lo cual el mejor escenario a futuro es aquel en el cual se corrigen los conflictos actuales de uso ajustados a la oferta de la cuenca expresada a través del mapa de uso potencial de las tierras.

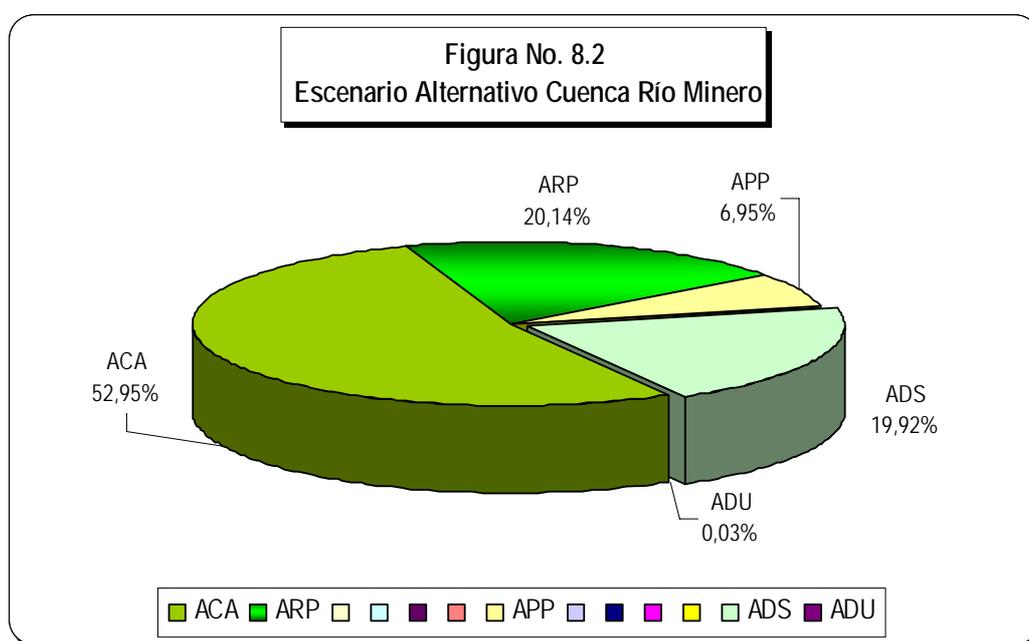
Como resultado se proponen los siguientes escenarios alternativos:

- Zonas con alternativas de protección y conservación ambiental
- Zonas con alternativas de regeneración y restauración para protección y conservación
- Zonas con alternativas de regeneración y recuperación para producción y protección
- Zonas con alternativas para el desarrollo socioeconómico
- Zonas con alternativas de desarrollo urbanístico

Tabla No. 8.2
Síntesis de Escenarios Alternativos Cuenca Río Minero

Escenario	Descripción	Área
Zonas con alternativas de regeneración y restauración para protección y conservación ambiental (ARP)	En la cuenca se encuentran lugares en donde el conflicto es muy inadecuado, dado que la fragilidad ambiental especialmente en la zonas muy escarpadas y de gran pendiente, es mucho mas alta y requiere de unas políticas ambientales de manejo de los recursos, algunas zonas que ya se encuentran degradadas o en estado de degradación, necesitan un cambio en las tendencias de uso y emplear alternativas, en donde , el destino de estas áreas, se recomienda este orientado a impulsar acciones para la restauración y rehabilitación de ecosistemas y especies.	201,20
Zonas Alternativas Para Protección y Conservación (ACA)	Se presenta en zonas donde no existen presiones de ningún tipo, cuya finalidad es la conservación del medio natural sin intervencionismo, localizada en áreas acordes a su potencial. Los sectores en donde no se presentan conflictos y donde las coberturas vegetales son bosques naturales y páramos, en donde además, se presentan corrientes hídricas y zonas de descarga y recarga hídrica, igualmente se incluyen los afloramientos rocosos, son los lugares en donde se recomienda la conservación, dado que son de alta significancia ambiental y prestan servicios vitales de sostenibilidad a la comunidad.	528,88
Zonas con alternativas de regeneración y recuperación para producción y protección (APP)	Se encuentran zonas con aptitud para el desarrollo socioeconómico con restricciones, en donde las pendientes están entre el 25 y 50%. El desarrollo que puede ser producción agropecuaria, agricultura, infraestructura vial o desarrollo urbanístico, esta limitado de acuerdo al uso potencial en donde se encuentre, estas limitaciones pueden ser inclusive amenazas naturales evidentes o inminentes en la zona, como se describió en capítulos anteriores de este mismo estudio	69,46
Zonas con alternativas para el desarrollo socioeconómico (ADS)	Esta tendencia se da en zonas de producción, con uso adecuado y sin conflictos, la demanda ambiental actual es de coberturas	199,01

Escenario	Descripción	Área
	vegetales de pastos, cultivos y plantaciones agroforestales, y la oferta ambiental de estas unidades presenta potencialidades para la producción agropecuaria principalmente, es decir la oferta del medio natural está en equilibrio con la explotación que hace el hombre	
Zonas De Desarrollo Urbanístico (ADU)	Localizadas en áreas con posibilidades de expansión y concentraciones de tipo urbano o sub urbano.	0,26



8.1.3 Escenario Concertado Cuenca Río Minero

El escenario concertado es producto del mayor consenso entre los actores sociales y representa la imagen objetiva del modelo territorial que se quiere alcanzar en el horizonte de vigencia del POMCA para la cuenca del Río Minero.

A partir de la caracterización física, biótica y socioeconómica de la Cuenca elaborada por el grupo consultor, se realizó el taller participativo de socialización con el propósito de identificar el sentir de la comunidad, su nivel de conocimiento, el interés por el medio ambiente y el grado de motivación. Los actores invitados fueron las autoridades municipales, las organizaciones ambientales, los presidentes de juntas de acción comunal y los coordinadores de las Umatas.

Una vez culminada la presentación de la CAR y expuesta la opinión de la comunidad, en la cual se logró unos planteamientos y sugerencias, descritas en el Acta de la reunión, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- ✓ Se adelantarán programas interinstitucionales para desarrollar actividades sostenibles de producción.
- ✓ Por medio de procesos participativos y en concertación con la comunidad se llevarán a cabo actividades de restauración y preservación de áreas degradadas.



Foto No. 8.1. Taller de Socialización en el municipio de Buenavista – Subcuenca Río Palenque. Colegio José María Silva Salazar. Participación de los presidentes de Juntas de Acción Comunal, Directores de Umata



Foto No. 8.2. Taller de Socialización en el municipio de Buenavista – Subcuenca Río Palenque. Colegio José María Silva Salazar. Participación de los presidentes de Juntas de Acción Comunal, Directores de Umata



Foto No. 8.3. En los Talleres de Socialización la consultoría explicó de manera sencilla y veraz el Diagnóstico Ambiental y las problemáticas encontradas en cada una de las subcuencas



Foto No. 8.4 En desarrollo de la socialización, los talleres fueron realizados en los municipios buscando concensar la mayor parte de las comunidades y actores presentes en las subcuencas aportantes del Río Minero.

9. FORMULACIÓN

Como componente principal del Plan de Manejo se han establecido los siguientes Programas que a su vez se han plasmado en los diferentes proyectos:

- Programa de Preservación
- Programa de Conservación
- Programa de Restauración
- Programa de Recuperación
- Programa de Producción.

A su vez cada uno de los programas se ha dividido en proyectos del ámbito físico, Biótico y Socioeconómico, que conforman el Plan de Manejo Ambiental como tal.

▪ Programa de Preservación

Este programa está orientado a la preservación de los recursos existentes en las diferentes cuencas estudiadas, La estrategia de logro se fundamenta en proyectos de protección de nacimientos y zonas de recarga hídrica

▪ Programa de Conservación

Está dirigido a la conservación de los ecosistemas estratégicos presentes en la cuenca del río Minero, como estrategia de logro se tiene establecidos proyectos como educación ambiental, estudio de la fauna y sus usos, protección de las márgenes de los cuerpos de agua.

▪ Programa de Restauración

Este programa está orientado a la restauración de ecosistemas que debido a su manejo irregular y/o sobreutilización de los recursos hoy se encuentran en conflicto de uso, permitiendo el deterioro acelerado de los ecosistemas y la desprotección de los recursos hídrico.

▪ Programa de Recuperación

Este programa está orientado a la recuperación de zonas afectadas por procesos de erosión principalmente y que ameritan estudios de diseño detallados que conlleven finalmente a su estabilización geotécnica y de protección de suelos. Por otra parte se incluyen proyectos de optimización y formulación de obras ambientales de saneamiento rural y urbano, como apoyo en la construcción de los planes maestros de acueducto y alcantarillado.



- **Programa de Producción y Desarrollo**

Este programa está orientado al mejoramiento de la actividad productiva al interior de las cuencas utilizando mecanismos mas amigables con el medio ambiente dentro de una perspectiva de desarrollo sostenible para la región.

Este programa está orientado al apoyo de actividades económicamente viables y que conlleven al mejoramiento del nivel de vida de las comunidades asentadas en la cuenca del río Minero. Los proyectos se corresponden, proyectos piloto para la implementación de alternativas de producción sostenible como tanques piscícolas, promoción de sistemas agroforestales entre otros. Adecuación d recuperación de vías y estudios geotécnicos para la adecuación vial.

En la *Tabla 9.1* se presentan los programas establecidos para la cuenca del Río Minero.