EVALUACIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA CUENCA DEL RÍO TULUÁ: A PROPÓSITO DE LOS PLANES DE ORDENAMIENTO Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN COLOMBIA

Fabio Alberto Arias Arbeláez[*]

Resumen

En este trabajo se evalúa el desarrollo sostenible en la cuenca hidrográfica del río Tulúa, como estudio de caso dentro del contexto de los planes de ordenamiento ambiental de cuencas hidrográficas en Colombia. Se construye un marco conceptual donde se identifican los recursos naturales con sus principales atributos y las relaciones de éstos con el sistema humano. Luego, a la luz del marco conceptual se discuten los enfoques de desarrollo sostenible que serían pertinentes para una cuenca hidrográfica y se evalúa en consecuencia el estado de sostenibilidad de la cuenca del río Tulúa.

Palabras Clave: Desarrollo sostenible, cuenca hidrográfica, río Tuluá

Abstract

In this work, the sustainable development in the Basin of Tuluá River is addressed like a study case in the context of the environmental planning and zoning of river basins in Colombia. A conceptual frame is elaborated where the natural resources their principal attributes and their relation with human system were identified. Then, at the light of this conceptual frame, the sustainable development approaches that would be relevant to the river basin analysis are discussed. In consequence the state of sustainability of the Basin of Tuluá River is therefore evaluated.

Key words: Sustainable development, river basin, Tuluá River

Clasificación JEL: Q010, Q560

[*]Profesor asistente de la Facultad de Ciencias Sociales y Económicas, Universidad del Valle, coordinador del grupo de investigación Economía Regional y Ambiental. Correo electrónico: fa-arias@univalle.edu.co. Este trabajo hace parte del Proyecto de Investigación "Análisis de Modelos de Desarrollo Sostenible para la cuenca del río Tulúa" con financiación de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Valle, a través de la Convocatoria Interna de 2005. Agradezco la asistencia de investigación de Paola Andrea Arias Arévalo.

Introducción

En Colombia el ordenamiento ambiental de cuencas hidrográficas se erige como el principal instrumento de planificación e gestión ambiental del territorio. La elaboración de estos planes es reciente en nuestro país, surge a partir de las instrucciones básicas dadas por el decreto 1729 de 2002, una la guía técnico-científica del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2004), y esfuerzos previos de la Corporación Autónoma del Valle del Cauca (CVC 2000a). Estos documentos concuerdan en que el enfoque apropiado para abordar el plan de ordenamiento de una cuenca hidrográfica es la teoría general de los sistemas, un contexto de desarrollo sostenible y la participación de los actores de la cuenca.

A pesar del acuerdo sobre el marco conceptual general que deben regir los planes de ordenamiento, la teoría general de los sistemas en un contexto de desarrollo sostenible, no existe un esfuerzo académico detallado, en Colombia, que indique que es una cuenca hidrográfica como sistema de análisis. En este trabajo se establecen los elementos principales y las relaciones que conforman y ayudan a explicar el funcionamiento de una cuenca hidrográfica. Se adopta como cuenca piloto la cuenca del río Tuluá, cuenca que se encuentra en proceso de ordenación actualmente.

Después de tener una comprensión sistémica de la cuenca hidrográfica es necesario establecer cómo este sistema puede perdurar a través del tiempo, es decir, bajo que criterios se puede considerar que una cuenca es sostenible o no. La pregunta no es obvia, existe amplio debate sobre lo que se debe considerar como desarrollo sostenible. Aquí se presentan las teorías principales al respecto: sostenibilidad fuerte, sostenibilidad débil, desarrollo humano sostenible y se toma posición sobre cual debe ser el enfoque teórico para guiar el análisis de sostenibilidad en el territorio de estudio. Se elige una combinación entre sostenibilidad fuerte y desarrollo humano sostenible. Por último, con base en el marco conceptual desarrollado de análisis sistémico y la revisión sobre teorías de desarrollo sostenible se evalúa el estado de la cuenca del río Tulúa.

1. Descripción de la Cuenca del Río Tuluá

Wackernagel y Rees (1997) proponen la huella ecológica como un indicador de desarrollo sostenible que estima el capital natural que demanda una economía. Este se determina calculando el consumo de recursos y los requerimientos de asimilación de residuos de una población humana definida en términos de área de tierra productiva correspondiente. La discusión de este indicador de desarrollo sostenible no es pertinente en este momento, lo que nos interesa de este trabajo es que señala que se pueden establecer usos mutuamente excluyentes de la superficie productiva de la Tierra.

Siguiendo esta lógica, para la cuenca del río Tulúa se pueden identificar los siguientes usos del suelo mutuamente excluyentes: cobertura en páramo, cobertura en bosque, áreas urbanas, pastizales y tierras arables. Las dos primeras son ecosistemas estratégicos que pueden considerarse como coberturas naturales donde prima la diversidad biológica entre

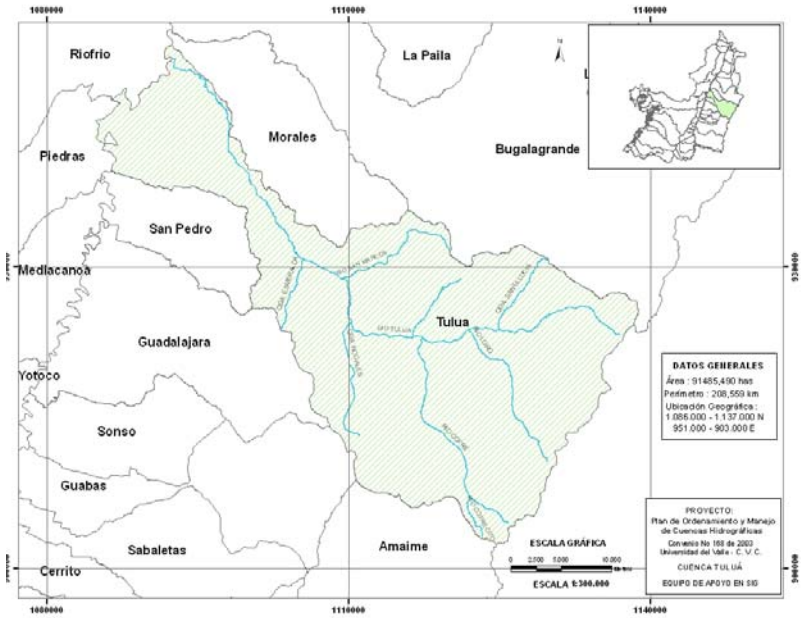
otros atributos ambientales. Los usos del suelo determinados por la acción humana son las actividades agrícolas y de ganadería, y las aglomeraciones de asentamientos poblacionales. Además, otro recurso que define el territorio de análisis es el agua, representado por el río Tuluá y sus afluentes. En esta sección se hace una descripción preliminar de la cuenca, usando el suelo y agua como elementos básicos de la descripción. Existen otro recurso, el aire, pero los problemas asociados a este son localizados.

Enunciadas las razones anteriores la descripción de la cuenca se base en la hidrología, los ecosistemas naturales, los usos económicos del suelo y los asentamientos urbanos. También se incluye información sobre el entorno de la cuenca para ilustrar las condiciones externas que la determinan la cuenca o las condiciones sobre las que la cuenca incide.

1.1 Ubicación e hidrología básica de la Cuenca

La cuenca del río Tuluá se encuentra ubicada en el centro del Departamento del Valle del Cauca, al occidente de la Cordillera Central y a la margen derecha del río Cauca, exactamente entre las coordenadas geográficas 902.500 – 954.700 norte y 1.091.600 – 1.138.600 este. El área total se estima en 91485 hectáreas; abarca parte de los municipios de Tuluá, Buga, San Pedro, Ginebra y El Cerrito.

Mapa 1. Ubicación e Hidrología básica de la Cuenca del río Tuluá



Fuente: CVC, Universidad del Valle (Univalle), 2006

El río Tuluá nace en la vertiente alta de la Cordillera Central, en el Parque Natural Páramo Las Hermosas a una altura de 4100 msnm. Desciende en un trayecto de 72 km. hasta desembocar en el río Cauca a 900 msnm, el río cuenta con un caudal promedio de 15.7

m^3/s. Los principales ríos que fluyen hacia el río Tuluá son: Cofre, Río Loro, San Antonio, San Marcos, Nogales (CVC -Univalle, 2006).

1.2 Coberturas Naturales del suelo

Páramo

En la cuenca se encuentra una fracción del Parque Nacional Natural Las Hermosas, una zona de protección cuyo objetivo es la conservación del ecosistema páramo en el Macizo colombiano, en las jurisdicciones de los departamentos del Valle del Cauca y Tolima. El objetivo del Parque es mantener los hábitats naturales para las especies de flora y fauna en el páramo y el bosque andino dentro del Parque y a la vez, conservar el complejo de lagunas por su importancia en la oferta de bienes y servicios ambientales. El Parque cuenta con 125000 hectáreas, donde la mayor parte se ubica en Tolima, 100770 ha., aproximadamente el 81%, el resto del Parque lo comparten los municipios del Valle del Cauca: Pradera, Palmira, El Cerrito, Buga y Tuluá, estos dos últimos tienen 10907 y 221 has. del Parque y gran parte de esta área se encuentra en la cuenca del río Tuluá (Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, UAESPNN, 2005).

Bosque Andino y Subandino

Los bosques andinos se encuentran en alturas que van, regularmente, de los 2500 msnm. hasta los 3400 msnm. Las precipitaciones se estiman entre 900 y 1000 mm., mientras las temperaturas promedio fluctúan en un rango entre los 6 y 15º C. La parte baja del bosque está integrada por árboles altos de hasta 35 m., a medida que se asciende las especies de árboles son más bajos, con alturas máximas de 15 m. La vegetación también la componen epífitas, musgos y líquenes, que retienen gran cantidad de agua (CVC, 2000b). El bosque andino cumple varias funciones, entre las que se destacan la regulación del agua, protección del suelo, hábitats de fauna, etc. Sin embargo, se estima que en Colombia sólo se mantiene el 31% de la cobertura original. Este bosque ha sufrido un proceso de conversión a potreros, áreas de cultivos y asentamientos de humanos (citado por CVC 2000b), proceso que también se ha experimentado en la cuenca.

Por otro lado el bosque Subandino se ubica entre los 1200 y 2500 msnm., en la zona media de la cuenca, con temperaturas promedio en el rango de 16 y 23º C., y precipitaciones entre un mínimo de 1000 mm. hasta un máximo de 1800 mm. Es junto con el anterior ecosistema uno de los más intervenidos por actividades humanas que han reducido y fragmentado ostensiblemente las coberturas de este tipo de bosque. En el suelo natural de este bosque dentro de la cuenca predomina ahora la ganadería extensiva.

Bosque seco tropical y humedales asociados

El bosque seco tropical se ubica en el valle geográfico, entre 900 y 1200 msnm., la temperatura es relativamente estable con un promedio 24º C. Presenta una cobertura vegetal con árboles de alturas de hasta 35 m. Históricamente el valle geográfico del río Cauca contó

con abundante cobertura de árboles (chiminangos, caracolíes, arrayanes, etc.) y también una diversa avifauna, pero en los años sesenta este bosque estaba completamente intervenido y en la actualidad se limita a 15 remantes entre una y diez has., donde ninguno de los más relevantes se encuentra en la cuenca del río Tulúa. Entre las causas de la eliminación de este ecosistema se encuentran la ocupación del suelo en actividades agrícolas, en la agroindustria y en el desarrollo urbano (CVC, 2000b).

Asociado al bosque tropical en el valle geográfico se encuentran los humedales. En todo el valle la CVC (200b) estima que entre 1957 y 1986 se pasó de contar con 10049 a 2795 hectáreas, representando una pérdida del 72%. A estos ecosistemas se les ha reconocido valores ecológicos, sociales y paisajísticos. Colombia se encuentra comprometida internacionalmente a proteger los humedales puesto que adoptó como Ley Nacional la Convención de Ramsar (Ley 357/97). En la cuenca se encuentra localizado el Humedal Bocas de Tulúa, con 19.7 hectáreas de las cuales la mayoría se ocupa en pastizales y en cultivos transitorios. En el 2003 la CVC encarga a la Fundación Natura la formulación y ejecución de un plan de manejo de este humedal.

Formaciones subxerofíticas

Estos ecosistemas no se encuentran en una altura específica, dependen de condiciones climáticas particulares y localizadas. Sin embargo, su característica primordial es que cuenta con periodos prologados de sequía, de hasta seis meses; bajo estas condiciones prolifera vegetación de pastos y arbustos de hojas pequeñas, duras y de espinas, como cardos, cabuyas, orquídeas, bromelias, entre otros. De otro lado, la fauna de estos sistemas es reducida, destacándose las guacharacas, lagartijas, Pava Cariazul, entre otros. En la cuenca la formación se encuentra en los cañones del río Tulúa, en las zonas de Los Bancos, Playa del Buey y área de Jícaramata (CVC, 2000b).

1.3 Usos económicos del suelo

En la cuenca hay ganadería extensiva en gran parte de ella, esta se práctica desde la zona plana hasta el páramo. En la zona plana predomina la agricultura intensiva y tecnificada, la propiedad de la tierra es concentrada y predomina el monocultivo de la caña de azúcar. También hay en menor escala algunos cultivos temporales como arroz, sorgo, maíz, soya, algodón, entre otros. En la zona media de la cuenca el café ocupó un puesto relevante, 1862 ha., pero está área ha descendido en la actualidad por los bajos precios internacionales del producto y las plagas de difícil control del cultivo, como la broca. Este suelo viene siendo reemplazado en su uso por ganadería extensiva (CVC, 2003).

1.4 Núcleo urbano de Tuluá y otros asentamientos humanos en la cuenca

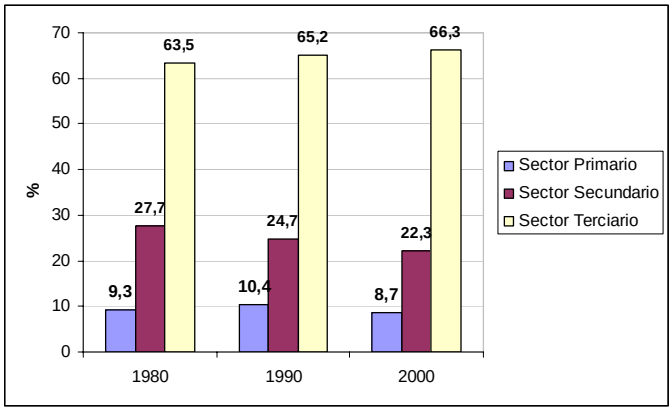
La ciudad de Tuluá se ubica en el valle geográfico del río Cauca, a una altura de 973 msnm. El casco urbano tiene una extensión de 1110.87 ha, dividido en nueve comunas compuestas de 119 barrios. El área urbana es cruzada de sur a norte por el río Tuluá. La población urbana estimada para el 2005 es de 165195 personas (Alcaldía Municipal de Tuluá, 2004).

Además del casco urbano de Tuluá, existen otros asentamientos con características urbanas, estos son: Santa Lucía, Monte Loro, Playa del Buey, Los Bancos, El Placer, Mesa de Rioloro, Aguaclara y Tres Esquinas.

1.5 Entorno de la cuenca

Una descripción de los sectores productivos predominantes en el Valle del Cauca puede usarse como apoyo para indicar la estructura económica del departamento en el cual la cuenca está inmersa, e identificar las fuerzas externas que moldean su estructura económica.
La región tiende a especializarse en actividades en las cuales posee mayores ventajas comparativas y competitivas, (ver Ortiz et. al. 1996, Ortiz 2005). En el Valle del Cauca la industria manufacturera tuvo una participación cercana al 30% de la economía pero ha descendido hasta un poco más del 20% para el 2000 (Gráfica 1). El sector agropecuario tiene una baja participación que oscila, entre 1980 y el 2000, alrededor del 10%. El sector terciario tiene una alta participación en el producto regional y además esta participación creció en este periodo de tiempo de 63.5% hasta 66,3%.

Gráfica 1. Composición porcentual del PIB del Valle del Cauca: 1980-2000



Fuente: DANE, Cuentas Departamentales. Tomado de Ortiz (2005)

Esto concuerda con la estructura productiva de la cuenca, donde el sector industrial está limitado a dos empresas procesadoras de alimentos y bebidas: Levapan y Jugos Orense. El sector primario no presenta una dinámica destacada, sin embargo, la ciudad de Tuluá se erige como uno de los principales centros comerciales del centro del Valle.

El sector agrícola en el Valle del Cauca lo compone principalmente el cultivo de caña de azúcar, el café, las frutas, el plátano y en menor medida los cereales. La participación de estos cultivos varía de acuerdo a los movimientos de los precios internacionales de los productos agrícolas del azúcar, el café y cereales principalmente.

Después de la apertura económica de 1990 muchas áreas sembradas, en especial de productos transitorios, disminuyeron o desaparecieron por la competencia desigual con lo productos agrícolas subsidiados de Estado Unidos (Posada, 2004; citado por Ortiz, 2005, 16). El cultivo de la caña se mantuvo y se convierte en monocultivo extendido en el Valle por la protección de un arancel del 20%. Mientras el café, cultivo representativo de ladera, se ve afectado por la caída de los precios internacionales a partir de 1992 y el asedio de la roya y la broca. Aunque los precios internacionales del azúcar caen por la competencia internacional, los productores nacionales disfrutan de las cuotas de importación de Estado Unidos y precios altos internos por una estructura de mercado oligopólica.

La cuenca se encuentra integrada a la economía regional a través de la agroindustria y producción intermedia estructurando a la vez algunas de las cadenas productivas más sobresalientes del Valle del Cauca que se ilustran en las figuras siguientes.

Figura 1. Cadena productiva que inicia con el cultivo de la caña de azúcar

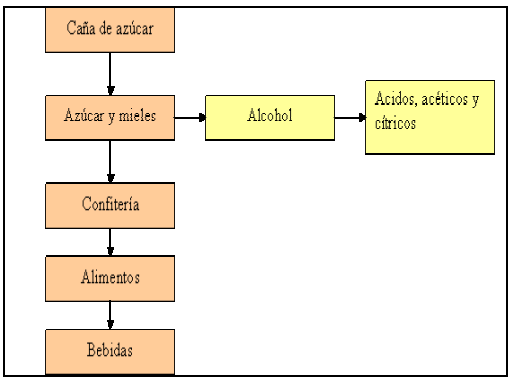


Figura 2. Cadena productiva que inicia con la ganadería

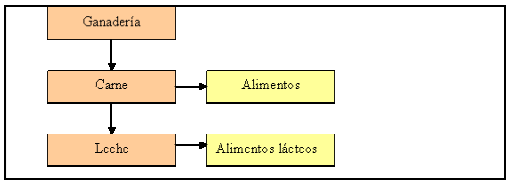
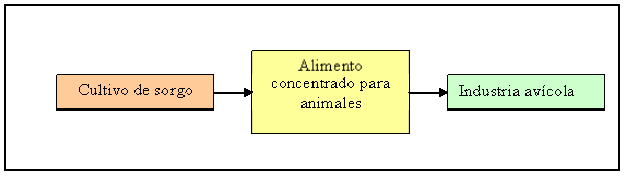
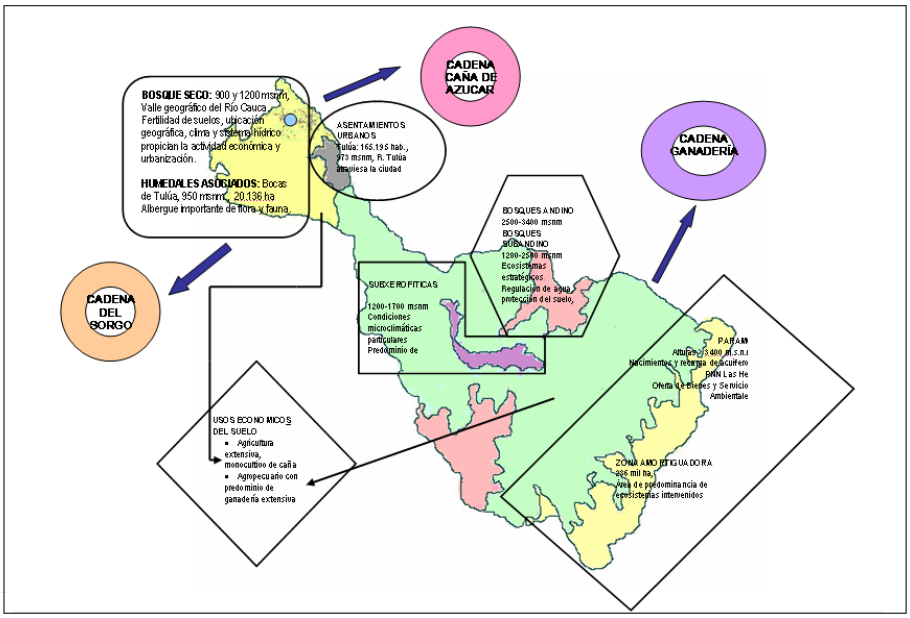


Figura 3. Cadena productiva que inicia con el cultivo de sorgo



Para ilustrar la cuenca con los elementos hasta aquí señalados se presenta en la figura 4 un diagrama con las coberturas, usos del suelo, y relaciones de la cuenca con su entorno para resumir y comprender de manera general los elementos básicos del territorio de estudio.

Figura 4. Esquema descriptivo de la Cuenca del río Tulúa

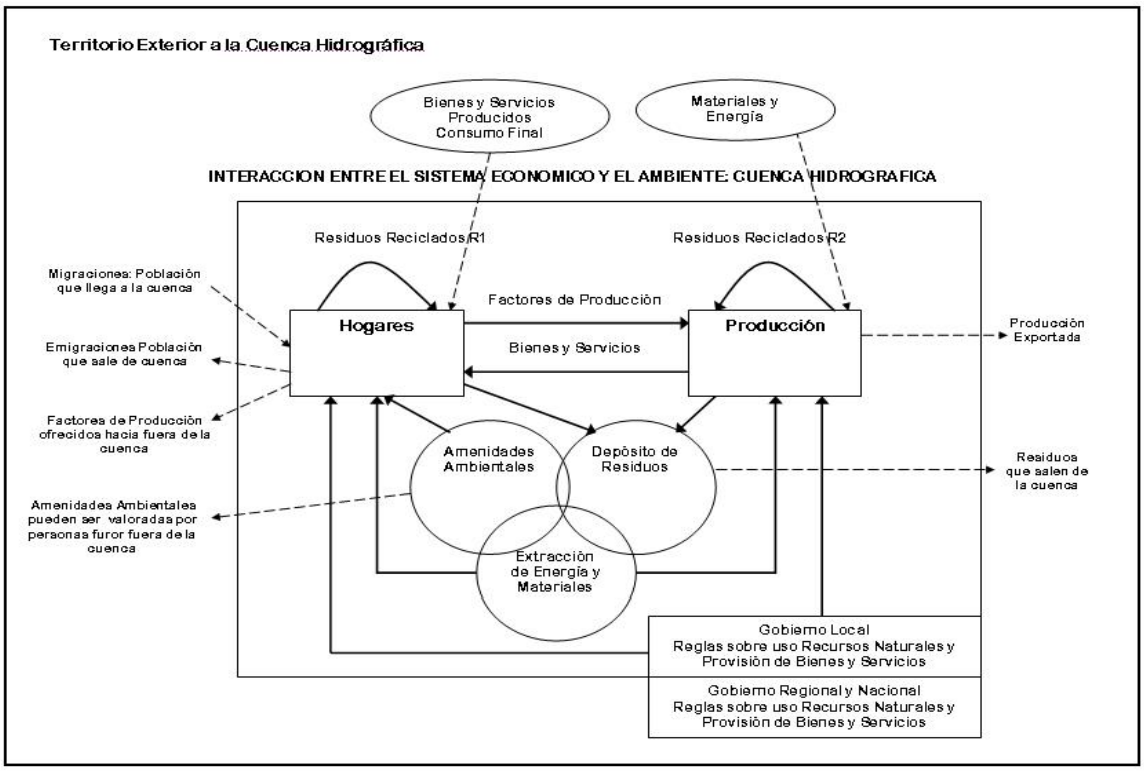


2. Marco conceptual

Con la descripción del territorio de la cuenca del río Tuluá, queda presente la variedad de elementos que la componen, sistema hídrico, coberturas naturales, usos del suelo, asentamientos humanos, recursos naturales, situaciones ambientales, etc. y un conjunto de relaciones entre estos elementos que este trabajo no ha especificado sistemáticamente hasta el momento.

En la figura 5 se expone la primera aproximación de las relaciones entre el sistema biofísico de la cuenca y el sistema humano desde el punto de vista económico. Se parte primero de una división limítrofe entre el territorio interior y exterior de la zona de estudio, esto para delimitar el sistema de análisis correspondiente a la cuenca hidrográfica, y para indicar que este sistema no es cerrado a influencias externas o que pueden incidir sobre su entorno.

Figura 5. Esquema Conceptual de una Cuenca Hidrográfica



Fuente: Adaptado de Hanley et al. (1997)

En relación con la cuenca hidrográfica existe en su interior un ambiente biofísico con tres atributos principales para los humanos, aparte por supuesto de ser el soporte para la vida, provee amenidades ambientales, sirve como sumidero de residuos y es fuente de materiales y energía. Los usos de cada uno de estos atributos por parte de los humanos pueden hacerse desde la esfera de la producción o desde la esfera de los hogares.
Se entiende como unidad productiva desde una finca, una empresa de manufactura, una empresa prestadora de servicios. La relación entre las unidades productivas y el ambiente se da en dos sentidos principalmente: las unidades productivas usan el ambiente como fuente de materiales y energía que transforman en bienes y servicios, que se ofrecerán a los hogares, y las unidades productivas generan un conjunto de residuos en este proceso de producción donde parte de ellos podrían ser reciclados en el proceso, pero otra parte inevitablemente retorna al ambiente como contaminación. En la cuenca, por ejemplo, predominan actividades de ganadería y de agricultura que extraen biomasa del suelo, agua de los ríos y acuíferos y donde eventualmente retornan residuos al ambiente.

Por otro lado, las relaciones entre los hogares y el ambiente se dan en tres aspectos. Los hogares extraen materiales y energía del ambiente, por ejemplo, utilizan recursos naturales como el agua y la madera. Disfrutan del ambiente en su aspecto paisajístico o de recreación, o valoran los ecosistemas naturales. También lo utilizan como sumidero de residuos disponiendo desechos en el ambiente.

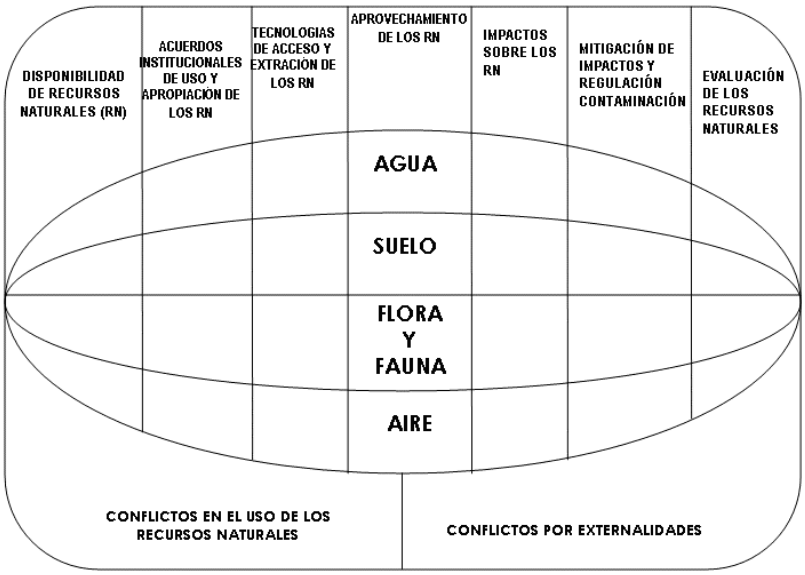
A la vez, existe relación entre las unidades productivas y los hogares. Ya se mencionó una vía de esta relación: las unidades productivas elaboran bienes y servicios para los hogares. El otro sentido está en que los hogares ofrecen a las unidades productivas el trabajo y el capital, factores necesarios para transformar los elementos de la naturaleza en bienes y servicios. Por otro lado, el Estado da las pautas que regulan las relaciones entre los hogares y las unidades productivas. Por ejemplo, cual debe ser la calidad de los bienes, cuales deben ser los términos de la contratación de los factores productivos etc. También las entidades gubernamentales del Estado proveen bienes y servicios como infraestructura, salud o educación. Al igual regula la relación entre hogares y las unidades productivas con el ambiente, como tasas máximas de extracción, o control sobre generación de residuos.

Por último, la cuenca no es un sistema aislado, recibe de su entorno información, materiales para las unidades productivas, parte de la producción puede venderse por fuera de la cuenca y los residuos generados pueden ser dispuestos o transportados hacia fuera. Los movimientos de la población son permanentes, pueden presentarse emigraciones o migraciones. Los hogares pueden ofrecer sus factores productivos y comprar bienes y servicios a empresas por fuera de la cuenca. Incluso parte de los atributos ambientales de la cuenca pueden ser disfrutados por personas externas a esta.

El esquema conceptual anterior es agregado y puede refinarse para diferenciar entre diferentes tipos de recursos naturales como: agua, suelo, flora y fauna, aire. Incluso puede ampliarse para considerar más aspectos de la relación entre el ambiente y los humanos como acuerdos institucionales para el uso de recursos y disposición de residuos o aspectos tecnológicos que median esta relación que son relevantes y destacados en el análisis de la cuenca.

En la figura 6 se dibuja un nivel que representa la disponibilidad de recursos naturales que pueden estudiarse según la agregación que considera el analista, en este caso se propone una división en agua, suelo, flora y fauna y aire. De izquierda a derecha, la primera relación que media la disponibilidad de recursos y el aprovechamiento que los humanos hagan de estos, está dada en términos de los acuerdos institucionales, formales e informales, sobre las formas de apropiación. El siguiente nivel que determina el uso, aprovechamiento o conservación de los recursos son las tecnologías de acceso y extracción. Ahora bien, los usos de los recursos pueden ser como ya se especificaron: consumo por parte de los hogares o utilización por parte de las unidades productivas. Hasta aquí, se indican los flujos desde el sistema biofísico hace el sistema humano, en este caso los conflictos que se originen serán por los diferente intereses de personas o grupo de personas por la propiedad o uso de los recursos.

Figura 6. Síntesis Esquema Conceptual



El aprovechamiento de los recursos, dada la tecnología, pueden generar modificaciones en el ambiente o impactos negativos o generación de residuos. En ambos casos ambos se pueden implementar acciones de mitigación o controles. Sin embargo, estos impactos no se pueden eliminar completamente y alterarán el ambiente, por lo tanto debe evaluarse el estado final de los recursos.

En la siguiente sección se hace un análisis sistémico de la cuenca hidrográfica con los elementos y relaciones principales. Se parte del esquema conceptual establecido donde el centro está en los recursos naturales y atributos ambientales. Se hará especial énfasis, hasta donde la información lo permita, de la disponibilidad de los recursos naturales, las formas de apropiación, los usos en actividades productivas y consumo de los hogares, principales impactos de la acciones humanas, formas de control de impactos y un balance general del estado de los recursos.

3. Desarrollo sostenible en una cuenca hidrográfica

Después de tener un sistema delimitado conceptualmente y descrito en sus detalles relevantes, es preciso avanzar para establecer bajo que condiciones este sistema se puede considerar sostenible. Para ello se hará una revisión de las teorías de desarrollo sostenible, evaluándolas con relación a la pertinencia, adaptabilidad y consistencia de sus postulados con relación al conocimiento específico sobre la cuenca del río Tuluá; para después escoger entre uno, o una combinación de esos enfoques teóricos.

3.1 Definiciones de desarrollo sostenible

La definición más conocida de desarrollo sostenible, eslogan del mundo actual, se debe a la Comisión Brudtland (WCED, 1987, 8): "progreso que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". Es decir, el desarrollo sostenible según esta definición se entiende como el constante mejoramiento del bienestar humano más que el legado exclusivo de un conjunto de recursos naturales. No obstante, esta definición deja varios puntos sujetos a debate, por ejemplo, qué debe entenderse por necesidades, un enfoque utilitarista o una visión ampliada del bienestar humano; o cuál es el papel de los recursos naturales en el desarrollo sostenible. De manera sucinta los principales enfoques de sostenibilidad son:

3.2 Sostenibilidad débil

Esta línea de pensamiento de la economía ortodoxa, promulga que debe sostener el ingreso per cápita no decreciente en el tiempo (Hartwick 1977; Solow, 1974, 1986, 1991, 1993). Además si se incluye el criterio de equidad entre generaciones presentes, un aumento del ingreso per cápita debería estar asociado a una mejor distribución del ingreso. Otra forma de expresar esta regla de sostenibilidad, es a través de garantizar el mantenimiento del acervo del capital, en sus diferentes modalidades: el capital hecho por el hombre, el capital humano y el capital natural para mantener la capacidad de producción de la economía.

3.3 Sostenibilidad fuerte

Este enfoque aboga, Daly y Cobb (1989) entre otros, porque debería sostenerse la estructura y características de los sistemas ecológicos de la tierra, las funciones de soporte de la vida o el acervo de capital natural. Esta sostenibilidad ecológica se representa a través de los conceptos de estabilidad y resiliencia, el primero se refiere a la capacidad de las poblaciones de especies para retornar al equilibrio después de una perturbación, y el segundo, mide la propensión del ecosistema para retornar a su estructura principal después de una perturbación. La principal perturbación de los ecosistemas son los impactos de las actividades humanas y el argumento para lograr la sostenibilidad es evitar los impactos que reducen estas dos propiedades de los sistemas ecológicos. Se puede notar que este enfoque reduce el papel del sistema humano a la generación de impactos sobre los ecosistemas y no profundiza sobre aspectos sociales del desarrollo sostenible.

3.4 El capital natural no decreciente,

El punto de vista de la Departamento de Economía de la University College London (Pearce et. al. 1990) es un punto intermedio entre la sostenibilidad débil y fuerte. Parten de considerar que hay cierta posibilidad de sustitución entre el capital natural y el capital hecho por el hombre (mejores maquinarias reducen el uso de recursos en la producción). Sin embargo muchos elementos del capital natural proveen servicios no sustituibles: regulación de la composición atmosférica, ciclo de nutrientes, valores espirituales de la vida silvestre; por tanto es importante mantener los ecosistemas funcionando. Bajo este enfoque

la regla se sostenibilidad busca mantener alguna cantidad de capital natural constante para permitir que las futuras generaciones alcancen el mismo nivel de utilidad que el promedio obtenido por esta generación.

3.5 El desarrollo humano sostenible

Anand y Sen (1996,2000) sistematizan el enfoque del desarrollo humano sostenible extendiendo el análisis del desarrollo humano y la calidad de vida al estudio del desarrollo sostenible. Estos autores se basan en el principio del Universalismo o imparcialidad aplicada entre generaciones y en las generaciones sucesivas. La definición de desarrollo sostenible de la Comisión Brudtland se centra exclusivamente en la equidad intergeneracional, esto es que las generaciones futuras obtengan al menos el bienestar de la generación presente. Los autores subrayan que debe garantizarse también las capacidades elementales de la generación presente desfavorecida. Aunque resaltan la equidad intrageneracional, como Howarth y Norgaard (1993), su enfoque del bienestar se aparta de la visión utilitarista. Anand y Sen ilustran que en muchos países han alcanzado tasas de crecimiento altas sin un impacto considerable sobre las condiciones de vida y lo más importante es que algunos países han alcanzado alta calidad de vida con tasas de crecimiento del producto per cápita relativamente moderadas. También hacen notar que la relación estadística positiva que se ha encontrado entre el producto per cápita y los indicadores de calidad de vida entre países se debe en gran parte al uso de ingresos extra en campos específicos de educación y salud y en la reducción de la pobreza absoluta.

El trabajo de Anand y Sen es el primer indicio sistemático de contribuir a la conceptualización del desarrollo sostenible desde dimensión social. Dimensión que es uno de los pilares débiles en la discusión sobre desarrollo sostenible donde los puntos de vistas predominantes han sido el ecológico y el económico. La principal aplicación de la medición del desarrollo sostenible incluyendo un análisis de bienestar, no necesariamente incluyendo el enfoque de los trabajos de Sen, se encuentra en el trabajo “El Bienestar de las Naciones” (Prescott-Allen 2001), Este trabajo incluye no sólo indicadores de bienestar humano sino otros de sostenibilidad ambiental, a fin de generar una imagen más representativa del estado actual del mundo. Este análisis se aplicó a 180 países con el fin de promover mejores niveles de bienestar humano y ecosistémico.

3.7 ¿Bajo que enfoque de desarrollo sostenible se evalúa una cuenca hidrográfica como la del río Tuluá?

No existe una definición definitiva de desarrollo sostenible, aunque existe consenso que el desarrollo sostenible trata sobre el mejoramiento del bienestar humano a través del tiempo, hay varias respuestas a lo que se debe entender por mejoramiento del bienestar humano. Cada uno de los enfoques por separado es insuficiente para abordar de manera integral el desarrollo sostenible, en particular el desarrollo sostenible en una cuenca hidrográfica. El enfoque del desarrollo humano sostenible contempla la riqueza material dentro de las condiciones de bienestar pero no limita este a estas condiciones exclusivamente. En este aspecto, este enfoque supera al enfoque de la sostenibilidad débil que se centra

exclusivamente en el consumo. Sin embargo, el enfoque del desarrollo humano sostenible no tiene un cuerpo conceptual sólido que incorpore el papel del ambiente para explicar la relación del bienestar de las personas con la apropiación, uso o aprovechamiento de los recursos naturales. En este sentido, puede apoyarse del enfoque de sostenibilidad fuerte.

El supuesto subyacente en la sostenibilidad débil es que no existen diferencias esenciales entre los diferentes tipos de capital, ni entre el bienestar que ellos generan, e incluso pueden ser expresados todos en una unidad monetaria común. En la práctica esta agregación es insuperable. Los atributos del ambiente no pueden ser reemplazados completamente por otro tipo de capital. Por ejemplo, los atributos del páramo o los ecosistemas que se desarrollan en el bosque andino, etc. Por otro lado, la sostenibilidad fuerte adolece de una visión amplia del papel del ser humano dentro del desarrollo sostenible, se centra en los atributos ambientales y los bienes servicios que este brinda. Por lo anterior, se considera que un enfoque completo de desarrollo sostenible debe incorporar aspectos de la sostenibilidad fuerte y del desarrollo humano sostenible.

Los indicadores de sostenibilidad débil han sido desarrollados para obtener información agregada de una sociedad, regularmente consisten en la ampliación del sistema de cuentas ambientales. No obstante, la medición de la sostenibilidad precisa delimitaciones locales o regionales, para una cuenca hidrográfica no se tienen mediciones de cuentas nacionales. Además, las funciones de capital natural tienen factores espaciales como hábitats, soporte de vida, recepción de residuos etc., así que el análisis debe centrarse en una escala geográfica definida. En ese caso, los indicadores de sostenibilidad fuerte son flexibles para incorporar elementos espaciales, en comparación con un enfoque de sostenibilidad débil.

TABLA 1. RESUMEN DE LAS DIMENSIONES E INDICADORES A CONSIDERAR EN LA SOSTENIBLIDAD DE LA CUENCA

DIMENSIÓN	**INDICADOR**
Bienestar Humano	Índice de Condiciones de Vida de los hogares de la cuenca, ICV
Bienestar del Ecosistema Tierra (deterioro del suelo) Agua (cantidad y calidad) Aire (calidad de aire local) Ecosistemas estratégicos (conservación de flora y fauna)	Tierra: grado de erosión (con base en el sistema de información geográfico de la cuenca) Agua: (caudales disponibles de aguas superficiales y subterráneas con base el balance hídrico de la cuenca; calidad del agua revisión de índice de calidad del agua, ICA) Ecosistemas estratégicos: coberturas de páramo, bosque andino, áreas de humedales, déficit en el áreas de conservación, por comparación entre el uso actual y potencial del suelo

Fuente: autor

4. Evaluación de la sostenibilidad de la cuenca bajo enfoque sistémico

El eje de análisis son los recursos naturales, comenzando por el agua. Esto no quiere decir que se haga bajo compartimentos o tratados individuales por recursos naturales rompiendo con lo que se quiere lograr: un análisis sistémico. Sino por el contrario, siguiendo la figura 6, en cada recurso se aborda su disponibilidad, formas de apropiación, uso y estado del recurso y las relaciones con las otras esferas del sistema biofísico conectando todos los elementos del sistema.

4.1 Aguas superficiales y subterráneas

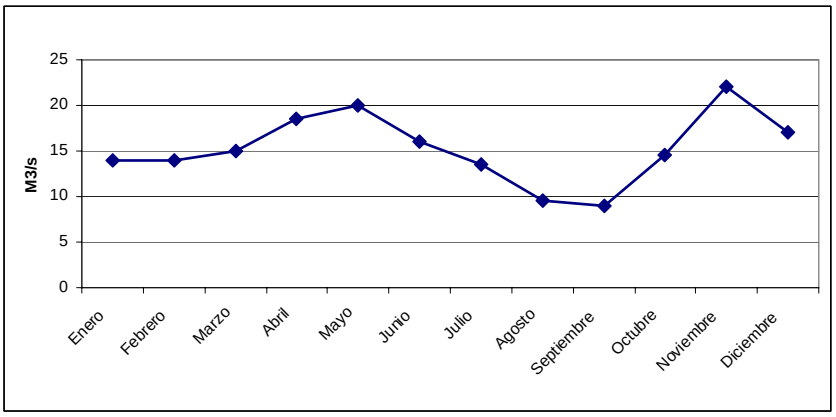
El páramo es el origen del río Tuluá y de dos de los principales afluentes de este: el río Cofre y el Río Loro. Los otros ríos que conforman la cuenca son: el río San Antonio, San Marcos y Nogales que nacen en la parte media. A los ríos de la cuenca drenan innumerables quebradas con coberturas boscosas buenas y medianas, y donde la población declara en general contar con suficiente agua para las actividades domésticas y agropecuarias (CVC-Univalle, 2006, POMCHS). La forma de extracción del recurso es a través de pequeños acueductos en la zona rural. La principal extracción se hace en la zona urbana. El acueducto de la ciudad se abastece de una boca toma sobre el río con capacidad de 400 l/s. y de 5 pozos con capacidad de 40 l/s cada uno.

Otros usos del agua superficial en la zona plana de la cuenca, como agricultura e industria, se abastecen del río a través de acequias. La acequia Grande tiene un caudal disponible de 5900 l/s, y se estima provee agua para riego a 10900 ha. La acequia la Rafaela tiene un caudal de 360 l/s se emplea para el riego de aproximadamente 420 ha. Existe otra acequia, Planta El Rumor, cuyo objetivo es la generación de energía eléctrica.

De la información anterior puede notarse que en las zonas media y alta de la cuenca no se presentan mayores conflictos en el uso del agua, mientras la zona plana tiene grandes demandantes. Según CVC (1999), el sector agrícola tenía el 81% de la asignación reglamentada, el 12% corresponde a la generación de energía, y en menor proporción para uso humano e industrial, 5 y 2% respectivamente.

Las variaciones en el caudal del río Tuluá están relacionadas obviamente con las estaciones secas y de lluvias, hay una temporada de bajos caudales a principios del año, meses de enero y febrero, luego una recuperación el los meses de marzo, abril y mayo donde alcanza el máximo caudal de esa temporada (Gráfica 2). Luego viene una estación de verano entre julio, agosto y septiembre, mes donde se tiene el mínimo caudal del año, y luego aumentan nuevamente los caudales en octubre, noviembre y diciembre, dándose en noviembre el máximo caudal del año. Este comportamiento es cíclico y obedece principalmente a las precipitaciones. CVC (2003a) simula el balance hídrico de la cuenca, contabiliza las demanda de agua para todos los uso: agrícola, industrial, doméstico, caudal ecológico, y encuentra incluso para el escenario más leve déficit de agua entre enero- febrero y julio agosto.

Gráfica 2. Caudal del río Tulúa



Fuente: CVC-Univalle, 2006

La CVC publicó recientemente un informe sobre el estado de la calidad de las aguas superficiales en el Valle del Cauca, (CVC, 2006), incluido el río Tuluá. Esta entidad tiene un programa de monitoreo semestral con recopilación de información sobre 35 parámetros en un lapso de diez años, en 5 estaciones de registro: Jardín Botánico, Barrio la Trinidad, Puente Nuevo, Urbanización Maracaibo, vereda el Salto. Estas estaciones están en la parte media y baja de la cuenca, no se cuenta por tanto con información de la parte alta, La única estación en esta zona fue retirada por problemas de orden público.

Este estudio calcula el índice de calidad, del agua, ICA, contempla los siguientes parámetros y ponderaciones: Temperatura (10%) , pH (12%), oxígeno disuelto (17%), DBO5 (10%), sólidos totales (8%), turbiedad (8%), fósforo total (10%), nitrógeno total (10%), coliformes fecales (15%).

El ICA es un número entre 0 y 100 que se calcula de acuerdo a la siguiente expresión

$$ICA = \prod_{i=1}^{n} \left[I_i^{Wi} \right]$$

Donde:

Wi: Son los pesos específicos asignados a cada parámetro (*i*), y ponderados entre 0 y 1, de tal forma que se cumpla que la sumatoria sea igual a uno. *Ii*:Es el valor del parámetro (*i*), en función de su concentración y cuya calificación oscila entre 0 y 100. *Π*: Representa la operación multiplicativa de las variables *Ii* elevadas a la *W*.

La calidad del agua se puede calificar según el ICA de acuerdo a la siguiente tabla

TABLA 2 CALIDAD DEL AGUA SEGÚN EL ICA	
Valor del ICA	Clasificación de la calidad del agua
79-100	Excelente
51-79	Buena
36-51	Regular
16-36	Mala calidad
0-19	Pésima calidad

Fuente: CVC, 2006

Según este índice la calidad del agua del río Tuluá en cada una de las estaciones en el año 2005 es la siguiente:

TABLA 3. ESTACIONES DE MONITOREO EN EL RÍO TULUÁ	
ESTACION	**CLASIFICACIÓN**
Jardín Botánico	Buena
Barrio La Trinidad	Regular
Puente Nuevo	Regular
Urbanización Maracaibo	Mala Calidad
El Salto	Mala Calidad

Fuente: CVC, 2006

Puede notarse que la contaminación del río Tuluá es un problema destacado, a lo largo de la zona de monitoreo. El estudio también calcula otros índices pero este es el más representativo. La principal fuente de contaminación son los vertimientos urbanos, la red de alcantarillado de Tuluá recibe las aguas residuales en tres colectores, dos de ellos vierten en el Tuluá, uno en el centro de la ciudad y el segundo en la zona de La Quinta, el tercer colector vierte al río Morales. Se estima que el sistema de alcantarillado descarga 600 l/s. de los cuales 315 son agua negras (CVC, 1999a, POA)

En la cuenca hidrográfica se cuenta con un censo de 58 pozos de agua subterráneas, de los cuales 17 están inactivos y de 6 no se tiene información. En sistema de acuíferos esta clasificado en tres unidades: Unidad A con profundidad de hasta 120 m.; tiene espesores que oscilan entre uno y veinte metros. Los pozos de esta unidad tienen extracciones desde pocos l/s. hasta 100 l/s. Las aguas de estos acuíferos pueden contener hasta hierro y manganeso que limitan el uso el consumo humano y algunos usos industriales. Unidad B, entre 120 y 200 m. de profundidad, compuesta de arcillas. Esta unidad no es de interés para el aprovechamiento si no que su principal función es servir como techo contenedor de los acuíferos de la unidad C. Unidad C, no tiene localización exacta, solo el techo que coincide con el límite inferior de la unidad B, el rendimiento de los pozos que aprovecha los acuíferos de esta zona superan los 100 l/s, las características físicas, químicas y biológicas establecen que puede ser empleada en todos los usos sin mayores restricciones (CVC, 2002; Páez 2004).

La CVC estima, para la unidad A, que en el Valle del Cauca se consumen anualmente 800 millones de m3 al año. La demanda futura, con base en las solicitudes de perforación aprobadas por la CVC pero aun no efectuadas por el solicitante, se calcula en 335 millones de m3 adicionales al año, para un toral de 1135 m3 al año. Mientras el balance hídrico de esta institución predice una capacidad de recarga de 3492 m3 al año, lo cual indica un uso proyectado en el futuro inmediato de hasta el 33% de la disponibilidad de agua. Según esta información existe amplia disponibilidad de aguas subterráneas, sin embargo no se presentan datos sobre la evolución las solicitudes y otorgamiento de permisos de perforación para establecer la tendencia de la demanda año a año.

La CVC se encarga de regular el uso del agua subterránea a través de permisos de aprovechamiento y desde 1995 estableció que los usuarios instalaran medidores de volumen para cuantificar de manera precisa las extracciones y de esta manera cobrar por el uso de las aguas subterráneas, no obstante, no hay un seguimiento detallado de la CVC para establecer si este instrumento a incentivado un uso racionalizado del recurso. Los usos principales del agua subterránea en la cuenca se concentran en uso para riego, uso industrial y abastecimiento público. De los 35 pozos activos el 63% se destinan a riego, 14% a uso industrial y 23% a abastecimiento público. (División de Aguas Subterráneas, CVC)

Los acuíferos son susceptibles de contaminación por medio de la infiltración de sustancias a través del suelo. Páez (2004) menciona un mapa de vulnerabilidad y puntos críticos en el Valle del Cauca, pero ninguno en la cuenca del río Tulúa.

4.3 Coberturas y usos del suelo

El Parque Natural las Hermosas fue creado por resolución administrativa 158 de 1977 del Ministerio de Agricultura, bajo el amparo de la ley 2 de 1959 que promulga las creación de áreas protegidas nacionales. Aunque estas normas, y otras posteriores, establecen que las áreas protegidas son públicas con el objetivo de conservación, existen asentamientos humanos en las áreas protegidas. En el Parque Natural las hermosas se han identificado 200 predios de los cuales el 24% cuenta con títulos, 39% son ocupaciones sin título, 19.5% con posesión inscrita, y un predio con título nulo. El la zona del Parque en el Valle del Cauca se encuentra 86 predios donde la mayoría tienen títulos anteriores a la declaración del área protegida (UAESPNN, 2005, 22-34).

El principal uso del suelo de los ocupantes del páramo es en ganadería, esta intervención altera las funciones biológicas del páramo, genera erosión, pérdida de biodiversidad, disminución en la capacidad de regulación hídrica, fragmentación de hábitats. También se han ocupados humedales en la prácticas ganaderas. Por la dificultad de recuperar los predios por parte del Estado, la administración del parque adelanta proyectos de reconversión de actividades agrícolas y ganaderas y educativas para eliminar las quemas, procedimiento usado para producir rebrote de vegetación comestible para el ganado. Otro actor que busca el control del territorio es el grupo armado Fuerzas Armadas

Revolucionarias de Colombia (FARC), esta ocupación dificultad la gestión de conservación porque restringe la movilización y permanencia de la Unidad Administrativa del parque.

Además de la información de la UAESPNN para la zona de páramo, se cuenta con otra fuente de información que da indicios sobre la estructura de distribución y tenencia de la tierra en la zona de estudio, (CVC, 1997). En este documento se tiene información agregada sobre las cuencas de los ríos Tuluá y Morales, la cual era para la CVC en esa época, una sola unidad de administración. Ambas cuencas tienen una extensión de 100284 ha., mientras que la cuenca del río Tulúa tiene 91485 ha. así que la cuenca Morales es de 8799 ha. cerca del 9% de la extensión de la unidad de manejo de ese entonces, por tanto, esta información brinda parámetros generales de la distribución de la Tierra en la zona de estudio aunque no sean datos exclusivamente de esta.

Para la Unidad de Manejo Tulúa para ese entonces, ver tabla 4, se contabilizaron 3182 predios de los cuales el 39% tienen menos de una ha. 21.8% eran predios entre 1y 5 ha. Así que un poco más del 60% de los propietarios tienen una fracción pequeña de la tierra. En contraste, el 7.8% de los predios, 247, son de más de 100 ha. La información disponible no permite hacer un análisis más detallado de la concentración de la tierra, pero si asumimos que si 247 predios tienen más de 100 ha. ello implica que por lo menos 24700 ha., cerca del 25% del territorio de la Unidad de Manejo de ese entonces, estaba concentrado en pocos propietarios.

TABLA 4. NÚMERO DE PREDIOS POR TAMAÑO CUENCAS DE LOS RÍOS TULUÁ Y MORALES

Hectáreas	**No. de predios**	**%**
Menos de 1	1242	39
1-5	695	21.8
6-10	293	9.2
11-20	228	7.2
21-50	287	9
51-100	190	6
Más de 100	247	7.8
Total de predios	3182	100

Fuente: CVC, 1997

En los estudios del suelo aparecen dos términos: cobertura y uso. La definición de cobertura según Etter (1991) se refiere a todos los aspectos que hacen parte del recubrimiento de la superficie terrestre, ya sean de origen natural o humano, incluyendo desde cobertura vegetal, rocas, agua, edificaciones, etc. El término uso se refiere al empleo que hace el hombre del suelo como: agricultura, construcción etc. Aquí, el término cobertura lo asociamos a coberturas vegetales naturales y usos del suelo a la utilización del suelo en intervenciones humanas. Ambos, las coberturas naturales y los usos del suelo, brindan el estado de la totalidad de la superficie de suelo en funciones mutuamente excluyentes.

El estudio más detallado sobre usos del suelo es el Sistema de Información Geográfico de la Unidad de Manejo de Cuencas Tuluá Morales (CVC; 2003). Esa Información se ajusta sólo para la cuenca del Río Tulúa en el Informe de Diagnóstico del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Tuluá, (CVC-Univalle, 2006). Los usos actuales del suelo en la cuenca se resumen en la tabla 5.

Tabla 5. USO ACTUAL DEL SUELO

Uso actual	AREA (ha)	(%)	Uso actual	AREA (ha)	(%)
Aeropuerto	35,83	0,04	Maíz	462,76	0,51
Algodón	32,66	0,04	Pasto de corte	405,68	0,44
Bosque de guadua	22,86	0,02	Piña	7,94	0,01
Bosque natural	13041,44	14,26	Plátano	30,69	0,03
Bosque plantado	95,24	0,10	Rastrojo	14105,17	15,42
Cacao	23,60	0,03	Rastrojos	11,83	0,01
Cacao/plátano	0,30	0,00	Sorgo	1392,25	1,52
Café	829,53	0,91	Soya	551,75	0,60
Caña de azúcar	7907,60	8,64	Tierras eriales	4,94	0,01
Centro educativo (sena)	12,92	0,01	Uva	27,51	0,03
Cuerpo de agua	122,07	0,13	Vegetación de páramo	14191,68	15,51
Frutales	61,53	0,07	Zona industrial	32,59	0,04
Ganadería extensiva	37026,57	40,47	Zona urbana Nariño	29,95	0,03
Madrevieja	20,32	0,02	Zona urbana Tulúa	998,30	1,09
Total				**91485,50**	**100,00**

Fuente: CVC-Univalle, 2006, basado en CVC, 2003 (ver anexo 2 mapa de uso actual)

Con el área de los usos del suelo principales se puede caracterizar fácilmente el territorio de la cuenca. El 15.51% corresponde al área de páramo, un área relativamente grande que tiene un uso principalmente de conservación. El 14.26% de la cuenca esta cubierto con bosques naturales, mientras el uso predominante está en la ganadería extensiva con un uso del suelo del 40.47%. Otro porcentaje importante esta dado por los denominados rastrojos, zonas de arbustos sin uso económico definido. Cabe señalar que el área en la siembra de caña es considerable, 8.64%. De estos datos, sobresale que no hay una fortaleza claramente evidenciada en la agricultura, no hay un cultivo difundido en la zona media ni alta de la cuenca, y ante la ausencia de un plan agrícola es sustituido por uso del suelo en ganadería extensiva, mientras permanecen la zona de protección en Páramo, y fragmentos de bosque.

En los estudios recientes del suelo se habla de uso potencial del suelo, entendido este concepto como la aptitud de una unidad de tierra. En CVC (2003) se evalúa el uso potencial del suelo de la cuenca en dos zonas: la zona de ladera y la zona plana. Para la primera zona se usa la clasificación estipulada por la propia CVC, donde clasifica la aptitud del suelo en cinco grandes grupos: 1) tierras cultivables (dividido en cuatro subgrupos de C1 a C4), 2)

tierras para pastoreo, P, 3) tierras forestales, (con tres subgrupos de F1 a F3), 4) Áreas protegidas, R, y 5, tierras de recuperación (AF). Nótese la similitud con la clasificación de usos y coberturas excluyentes del suelo propuesta al comienzo de este trabajo. De otro lado, los usos potenciales de la zona plana se dividen en varias clases agroecológicas con suelos sin restricciones de uso, hasta suelos son restricciones de uso a cualquier actividad humana. Para mayor descripción de estas clasificaciones se puede consultar el anexo 1.

En la tabla 6 se muestran los usos potenciales del suelo en la cuenca del río Tuluá. El principal uso potencial es el uso forestal protector, cobertura boscosa permanente con objetivo exclusivo de conservación. Es decir, según estos resultados casi el 63% del suelo de la cuenca debería estar bajo conservación, 13.47 % por áreas protegidas de páramo y 49.38% de bosques, F3. La cobertura boscosa debería completarse con 10.52% de bosque permanentes con posibilidad de explotación forestal y 6.1% con bosque de explotación forestal. En resumen, con relación a la cobertura boscosa, esta debería ser el 66% del área total de la cuenca. Y un porcentaje nada ínfimo debería estar en recuperación, 5.48%.

Una forma de establecer los impactos de las acciones humanas sobre el suelo es determinar el grado de erosión de este. Con base en la información disponible de un estudio semidetallado de erosión (CVC, 2003), se observa, excepto en la zona plana, el deterioro del suelo en diferentes grados. El 38.24% del área de la cuenca tiene erosión moderada, esta se concentra cerca al páramo en la zona de amortiguación compuesta de bosque andino. La erosión severa alcanza una participación de 15.61% y se encuentra localizada en el piedemonte y parte media la cuenca, zona de explotación ganadera principalmente (ver tabla 7)

Tabla 7. Grado de Erosión

Erosión por grado	**Área (ha)**	**(%)**
Ligera	12716,98	13,90
Moderada	34987,74	38,24
Severa	14283,97	15,61
Muy severa	2520,28	2,75
Natural	14088,44	15,40
Otras áreas		
RIO CAUCA	121,81	0,13
ZONA PLANA	12764,42	13,95
SIN EVALUAR	1,87	0,00
TOTAL	**91485,50**	**100,00**

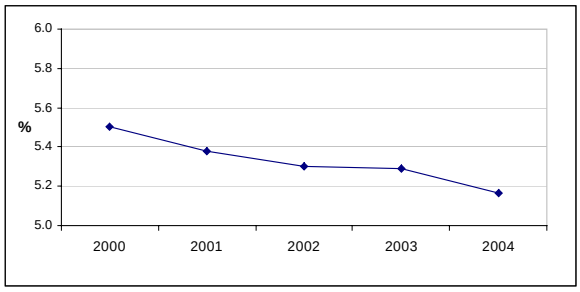
Fuente: CVC-Univalle, 2006, basado en CVC, 2003
(Ver anexo 5 mapa de grado de erosión)

Ganadería

Dado que la ganadería es un asunto primordial en el orden del territorial de la cuenca, representado el mayor grado de conflicto entre los usos actuales del suelo y los usos potenciales, conviene una discusión más detallada de esta actividad. Con base en información de la Unidad Regional De Planificación Agropecuaria (URPA) se indaga sobre la evolución de la ganadería en los dos principales municipios que componen la cuenca: Tuluá y Buga, se tiene el numero total de bovinos en los municipios de Tuluá y Buga, pero sólo una fracción de estos municipios pertenece a la cuenca, así que multiplicando el número de bovinos por ese porcentaje se aproxima el volumen de la actividad ganadera en la cuenca.

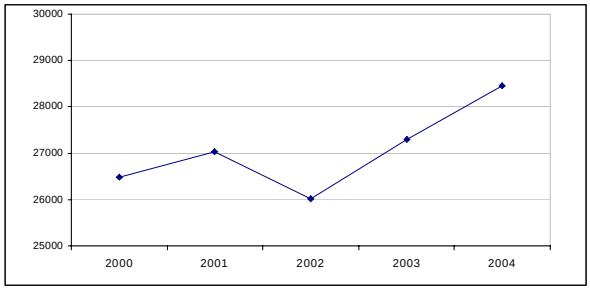
Se calcula, con el ajuste mencionado a la información, que la participación de la actividad ganadera de la cuenca en el Valle del Cauca viene decayendo entre el 2000 y el 2004 (gráfica 3), mientras el número de total de bovinos en la cuenca viene en ascenso (gráfica 4) Eso implica que la actividad ganadera aún es un sector dinámico y creciente en la cuenca, pero a la vez también en todo el Departamento. En ese sentido, el declive de la actividad en la cuenca está lejos de darse.

Gráfica 3. Participación del número de bovinas de la Cuenca en el total departamental.



Fuente: URPA, cálculos CIDSE

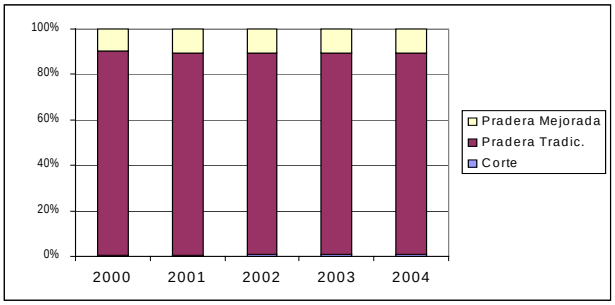
Gráfica 4. Total de bovinos en la cuenca



Fuente: URPA, cálculos CIDSE

La distribución de la superficie de pastos que se usan en ganadería, tienen un uso tradicional principalmente, los pastos mejorados son un pequeña fracción del área total y el pasto de corte una fracción mucho menor. Lo cual indica que no hay adaptación de tecnología que aminore el impacto de la actividad en el suelo.

Gráfica 5. Distribución de pastos sembrados en la cuenca



Fuente: Cálculos de autor con base en el URPA

4.4 Asentamientos humanos (hogares)

El territorio geográfico de la cuenca del río Tuluá es compartido por varios municipios: Tuluá, Buga, El Cerrito, San Pedro y una pequeña fracción de Ginebra. El área a la margen derecha del río Tuluá, desde su nacimiento hasta la parte plana de la cuenca, pertenece al municipio de Tuluá; a la margen izquierda del río, en la parte media y alta, está una gran fracción del municipio de Buga y al sur una fracción de El Cerrito. El piedemonte de la margen izquierda pertenece a San Pedro. Por último, una fracción muy pequeña del municipio de Ginebra se encuentra al sur occidente de la cuenca

Mapa 2. División por municipios

Mapa 3. Principales asentamientos nucleados en la Cuenca del río Tulúa

En la Tabla 8 se tiene la medición en hectáreas de: la extensión total de cada municipio que compone la cuenca, (a), la extensión que cada municipio tiene en la cuenca, (b), la participación porcentual del área de la cuenca que pertenece a cada municipio, (c), y la participación porcentual que tiene cada de su área total dentro la cuenca, (d). Así, que la mayor área de la cuenca del río Tuluá pertenece al municipio de Buga, 53.8%, el 41.5% es del municipio de Tuluá, también un alto porcentaje del territorio de análisis pertenece a San Pedro, 31.5%. De otro lado, Los municipios de Buga y Tuluá tienen gran parte de su área en la cuenca, 45.2 y 41.3%, respectivamente.

Las principales aglomeraciones de población en la cuenca son: la zona urbana de Tuluá, Tres Esquinas y Aguaclara, Monteloro, Jicaramata y Santa Lucia, del lado de Tuluá; Los Bancos, El Placer y Mesa de Rioloro, en Buga; y Buenos Aires en San Pedro.

TABLA 8. PORCENTAJE DE ÁREA DE LA CUENCA RESPECTO A CADA MUNICIPIO Y PORCENTAJE DEL TERRITORIO DE CADA MUNICIPIO COMO ÁREA DE LA CUENCA

Municipio	**(a)**	**(b)**	**(c)**	**(d)**
BUGA	76840.87	41333.	53.8	45.2
EL CERRITO	50109.05	6213	12.4	6.8
GINEBRA	27227.46	26.9	0.1	0.0
SAN PEDRO	19461.78	6123.8	31.5	6.7
TULUA	90988.73	37788	41.5	41.3
TOTAL		**91485**		**100**

Fuente: CVC-Univalle, 2006

No obstante, existen asentamientos dispersos a todo lo largo de la cuenca, para su mejor ubicación se representan la división política por corregimientos presentes en la cuenca con la ubicación de viviendas (ver anexo 6 mapa de corregimientos y viviendas en la cuenca)
La parte más alta de los corregimientos de Santa Lucia, Rioloro, Rosario y Tenerife limitan con el Parque Nacional Natural Las Hermosas que aunque es área protegida existen asentamientos humanos que usan el suelo en ganadería y cultivos. En un área más baja del páramo, donde debió existir, hace varias décadas, una cobertura de bosque andino denso, ahora se tiene una áreas de agricultura y ganadería extensiva: esta zona, agropecuaria alta (AA) esta compuesta de los corregimientos de Santa Lucía, El Rosario, El Salado, La Playa del Buey, Rioloro y Tenerife. Siguiendo más abajo en la cuenca la zona donde predominó anteriormente el bosque subhúmedo, ahora el uso del suelo se centra en ganadería extensiva y agricultura. Esta área, Agropecuaria media (AM) esta compuesta de los corregimientos de Monte Loro, La Diadema, San Lorenzo, Mateguadua, EL Placer, Los Bancos Frisoles, El Crucero, Buenos Aires, Naranjal y Angosturas. En la parte plana de la cuenca está la zona urbana (ZU) del municipio de Tuluá y un área de cultivos tecnificados, agrícola plana (AP) especialmente caña en los corregimientos: Los Changos, Bocas de Tuluá, Nariño, Aguaclara, Tres Esquinas, La Palmera, Campoalegre y los Caimos.

Los usos del suelo a lo largo de la cuenca ya se habían especificado con anterioridad, esta repetición es válida si esta información junto con la explicación sobre división política por municipio y corregimientos es pertinente para emprender un análisis espacial de las condiciones de vida de las personas que habitan la cuenca, este análisis espacial se hace discriminando por secciones definidas de uso del suelo: agropecuaria alto, agropecuario medio, agrícola plano y zona urbana.

Antes de mostrar los resultados de este análisis es necesario explicar el Índice de Condiciones de Vida (ICV) y la fuente de información. El ICV considera 12 variables para establecer el bienestar de un hogar, un conjunto de variables que establecen las características de la vivienda: material de pisos, material de paredes; servicios públicos domiciliarios: abastecimiento de agua, sistema sanitario, tipo de combustible para cocinar, recolección de basura.; otras características del hogar : hacinamiento, niños menores de seis años en el hogar; y la educación del hogar con: asistencia de niños a la escuela, asistencia de jóvenes al colegio o universidad, clima educativo que es el promedio de años de escolaridad de personas de al menos 12 años de edad con menos de seis años de escolaridad, y nivel educativo del jefe del hogar.

Para un análisis de bienestar, la información disponible más reciente (2003) es la del Sistema de Identificación y Clasificación de Potenciales Beneficiarios para Programa Sociales, SISBEN, del Departamento Nacional de Planeación. Esta encuesta tuvo una amplia cobertura nacional para el sector rural, casi de tipo censal, y amplia cobertura para nivel urbano en los estratos uno, dos y tres, aunque también se entrevistaron hogares de estratos superiores.

En esta sección se quiere destacar, que los hogares y las personas que lo conforman, interactúan con las unidades productivas y el ambiente y que los resultados de estas

relaciones tienen como fin mejorar continuamente las condiciones de vida de los hogares. Este bienestar puede medirse de varias formas, en la Tabla 9 presentamos una aproximación del ICV en la que se desagrega este indicador para las zonas de cabecera y resto al interior de la cuenca, del departamento y del país.

Tabla 9. ICV por componentes 2003

Variables	Punt. Máx.	Cuenca		Valle		Nacional	
		Cabecera	Resto	Cabecera	Resto	Cabecera	Resto
Material paredes	6,1	5,9	3,6	5,7	3,8	5,7	3,7
Material pisos	6,8	6,0	4,0	6,0	4,8	5,7	3,5
Abastecimiento de agua	6,9	6,7	5,3	6,9	4,6	6,7	3,8
Servicio Sanitario	7,1	7,0	4,6	6,7	4,8	6,8	3,9
Combustible para cocinar	6,6	6,3	3,5	6,3	4,7	6,2	2,6
Menores en los hogares	7,5	4,9	5,0	5,2	5,0	5,1	4,5
Hacinamiento	12,8	9,4	8,8	10,5	9,8	10,2	9,0
Asistencia juvenil	5,7	4,8	4,9	5,5	5,3	5,5	5,2
Asistencia menores	10,0	7,9	7,8	8,2	7,8	8,2	7,5
Clima educativo	12,3	7,4	5,4	7,6	4,8	7,5	4,2
Educación del jefe de hogar	11,5	6,6	4,9	7,6	4,9	7,6	4,4
Total	**93,4**	**72,8**	**57,8**	**76,2**	**60,1**	**75,3**	**52,3**

Fuente: SISBEN 2003, Cálculos CIDSE

El análisis de este indicador permite contextualizar la situación de la calidad de vida de la población de la cuenca con respecto al departamento y al país. En promedio el departamento del Valle del Cauca presenta un ICV mayor que el presentado por el país, en donde se evidencian mejores condiciones para el departamento en cuanto al material de los pisos, el combustible para cocinar y el hacinamiento. Sin embargo, el ICV para la cuenca del río Tuluá es menor que el promedio departamental, tanto para la zona de cabecera como la de resto. Estas diferencias pueden explicarse por las deficiencias en la cuenca en cuanto a hacinamiento, combustible para cocinar, asistencia escolar de los jóvenes y en la educación del jefe del hogar.

En la tabla 10 se presenta este indicador para los diferentes usos del suelo en la cuenca. Las condiciones de la vivienda rural de la parte media y alta son muy inferiores que en el área rural plana, y por supuesto muy distante del puntaje de la zona urbana. En la zona media y alta de la cuenca el acceso a combustibles para cocinar es precario comparado con el resto del cuenca. Con relación al nivel educativo de los niños y jóvenes es similar en toda la cuenca. No obstante se mantienen los rezagos en la educación de los adultos reflejada en la educación del jefe del hogar. Al final de la tabla aparece el puntaje total, con base en este cada zona se puede clasificar las condiciones de vida en la cuenca: la zona urbana y la zona agrícola tienen condiciones relativamente superiores a las zonas agropecuarias media y alta.

Tabla 10. ICV por componentes y usos del suelo en la cuenca Río Tulúa					
Variables	Punt. Máx	USOS DEL SUELO			
		AA	AM	AP	ZU
Material paredes	6,1	1.72	2.17	5.00	5.90
Material pisos	6,8	2.94	3.18	4.75	5.98
Abastecimiento de agua	6,9	4.09	4.65	6.07	6.68
Servicio Sanitario	7,1	3.03	3.88	5.40	7.00
Combustible para cocinar	6,6	1.55	1.18	5.50	6.28
Menores en los hogares	7,5	5.02	4.85	4.99	4.94
Hacinamiento	12,8	8.57	8.59	8.97	9.38
Asistencia juvenil	5,7	5.05	4.68	4.95	4.80
Asistencia menores	10,0	7.84	7.74	7.79	7.90
Clima educativo	12,3	3.67	3.77	6.84	7.41
Educación del jefe de hogar	11,5	3.78	3.92	5.84	6.57
Total	93,4	47.2	48.6	66.1	72.78
% con respecto total	100	51	52	71	78

Fuente: SISBEN 2003, Cálculos CIDSE Univalle

6. Conclusiones

La descripción geográfica de una cuenca hidrográfica depende en gran medida de la escala de la información cartográfica disponible, para este estudio la información disponible está en la escala 1:50.000. Bajo esta escala son identificables elementos relativamente grandes en el espacio geográfico, como el río principal y mayores afluentes de este y zonas relativamente amplias del territorio, por ejemplo, en esta escala se puede identificar: la ubicación, extensión y delimitación de la zona urbana, pero no es posible identificar más detalles como barrios o incluso comunas. Por ello, la descripción del territorio de estudio en sus aspectos biofísicos puede hacerse de la manera más detallada posible concentrándose en el recorrido del río que la compone y de sus principales afluentes, a la vez en las coberturas naturales y uso del suelo mutuamente excluyentes claramente identificables en el territorio.

Las actividades económicas desarrolladas en la cuenca están claramente determinadas por dinámica económica regional. La cuenca se integra a la región en tres grandes cadenas productivas que inician en el cultivo de la caña de azúcar, la ganadería y el cultivo del sorgo. En la cuenca el sector industrial es incipiente, mientras la zona urbana sobresale como uno de los principales centros comerciales de la región.

Un territorio de más de 90 mil hectáreas y más de 150 mil personas habitando en él es un objeto de estudio complejo. La mejor manera de abordarlo es por un análisis sistémico, con la identificación de los elementos relevantes y las interacciones entre estos elementos. Se opta por considerar el ambiente y los usos humanos (hogares y actividades productivas), como sumidero de residuos, extracción de energía y materiales y amenidades ambientales,

como los puntos clave del sistema. De manera detallada se parte de contemplar la disponibilidad de recursos naturales, los acuerdos instituciones para el uso de estos recursos, las tecnologías de extracción, una desagregación en los usos de los recursos, los impactos generados en el aprovechamiento del ambiente y por último una evaluación del estado de los recursos naturales y la calidad de vida lograda por la población en este escenario.

En las zonas de ladera de la cuenca del río Tuluá no se presentan actualmente mayores conflictos en el uso del agua, sin embargo, en la parte baja de la cuenca existen grandes demandadas que se concentran en el sector agrícola. A la vez, los estudios sobre balance hídrico señalan que hay déficit de agua en las temporadas de verano del año, enero-febrero y julio-agosto. El déficit de abastecimiento de agua en la parte plana es subsanado con el uso de aguas subterráneas, hasta ahora se calcula que sólo el 33% de la capacidad de este recurso se emplea. Así que las principales áreas de regulación del uso del agua se encuentran en el uso agrícola y en la gestión futura de las aguas subterráneas. De otro lado, la contaminación del río Tuluá es un problema a controlar, en la primera estación de muestreo antes de la ciudad el agua ya presenta calidad buena y no excelente, lo que denota un grado de afectación desde la zona rural. De ahí en adelante la calidad del agua pasa a regular y mala antes de desembocar al río Cauca. La causa, 315 l/s. de vertimientos de aguas negras de la ciudad. Y por el momento ningunos de los puntos vulnerables de contaminación de acuíferos se encuentra en la cuenca.

La zona protegida del Parque Natural Nacional las Hermosas, que pertenece a la cuenca, tiene asentamientos humanos con actividad ganadera, en parte porque los colonos tienen titulaciones en Parque o porque son terrenos de libre acceso. Esta intervención altera las funciones biológicas y de regulación hídrica. Entre las principales acciones de la administración para enfrentar este asunto son proyectos de reconversión de actividades productivas y campañas educativas para eliminar las quemas. No obstante, con resultados limitados puesto que este territorio esta en disputa entre el Estado y grupos irregulares.

En la zona media y alta de la cuenca predomina la ganadería extensiva, mientras los expertos concluyen que el mejor uso del suelo es en cobertura boscosa, la deducción según la confrontación de las metodologías de uso actual y potencial del suelo. Con esta información se deduce que es necesaria la suspensión de la actividad ganadera, sin embargo, este renglón es importante dentro de la economía local y provee ingresos regulares por comercialización de ganado de engorde y leche. Las políticas debería concentrarse entonces en reformular la actividad para reducir el impacto de ella sobre el suelo, en lugar de dejar implícito la conveniencia de su eliminación.

Existen pocos estudios que comparen la calidad de vida de una población y el uso de los recursos naturales para alcanzar esa calidad de vida. Las investigaciones actuales recomiendan que se calculen indicadores de calidad de vida tradicionales y se compararen con estándares ambientales para determinar si la calidad de vida se logra con un controlado impacto ambiental. Otros estudios hacen barridos de indicadores de bienestar, sociales, económicos y ambientales para diagnosticar la sostenibilidad de un territorio dependiendo

del análisis de los resultados. Aquí se tiene la misma dificultad para atribuir un resultado en calidad de vida y la gestión de los recursos naturales, sin embargo, se estima la calidad de vida para la cuenca y se encuentra que está en niveles medios comparados con el nivel regional y nacional y con calidad ambiental por atender. Así que no es posible elevar la calidad de vida con mayor intensidad en el uso de los recursos ni sacrificar la atención de las necesidades humanas atendiendo a la conservación exclusiva de estos. La sostenibilidad entonces depende de la definición y logro de estándares de calidad ambiental y la atención pública de los componentes de la calidad de vida que son acuerdos sociales.

Referencias

Alcaldía Municipal de Tuluá. *Anuario Estadístico de Tuluá, 2004*. Tuluá, Departamento Administrativo de Planeación Municipal, 2004

Anand, Sudhir, Amartya Sen. "Sustainable Human Development: Concepts and Priorities". *Human Development Report Office, occasional papers,* 1996

Anand, Sudhir, Amartya Sen. "Human Development and Economic Sustainability". *World Development*, V. 28, N. 12, 2000, p. 2029-49.

Anand, Sudhir, Ravillon M. "Human development in poor countries: On the role of private incomes and public services". *Journal of Economics Perspectives*, V.7, N. 1, 1993, p. 133-150

Constanza, R., Low, Bobby S., Ostrom, Elinor, Wilson, James. *Institutions, ecosystems, and sustainability*. USA, Lewis Publishers, 2000.

Constanza, R., and Patten, B.C. "Defining and predicting sustainability". *Ecological Economics*, V. 15, N. 1, 1995, p. 193-196

Corporación Autónoma Regional del Valle, CVC. *Línea base ambiental de la calidad de los recursos hídricos superficiales en el Valle del Cauca.* Cali, Dirección Técnica Ambiental, CVC, 2006.

Corporación Autónoma Regional del Valle, CVC., Universidad del Valle. *Planes de ordenamiento ambiental y manejo de cuencas hidrográficas. Informe preliminar de diagnóstico, cuenca del río Tuluá*. Cali, 2006. Documento sin publicar.

Corporación Autónoma Regional del Valle, CVC. *Sistema de Información Geográfica de la Unidad de Manejo de Cuenca Tuluá – Morales*. Cali, Publicación de la Subdirección de Planeación. Grupo de Cartografía, 2003.

Corporación Autónoma Regional del Valle, CVC. *Balance "Oferta-Demanda de Agua. Cuenca del río Tuluá*. Cali, Subdirección de Conocimiento Ambiental Territorial. 2003a.

Corporación Autónoma Regional del Valle, CVC. *Plan de manejo para la protección de aguas subterráneas en el Valle del Cauca*. Cali, CVC, 2002.

Corporación Regional del Valle del Cauca, CVC. *Formulación de planes de ordenación y manejo ambiental de cuencas hidrográficas*. Cali, CVC, 2000a.

Corporación Regional del Valle del Cauca, CVC. *Informe técnico ecosistemas estratégicos*. Cali, Grupo de Vida Silvestre y Áreas Protegidas (GVSYAP) de la subdirección de Patrimonio Ambiental, 2000b.

Corporación Autónoma Regional del Valle, CVC. *Cuentas de Patrimonio Natural del Recurso Hídrico para las subcuencas de los ríos Tuluá y Morales*, Cali, CVC, 1999. Preparado por Zuluaga, Maria T. y Zúñiga Alfredo.

Corporación Regional del Valle del Cauca, CVC . *Plan de ordenamiento ambiental de la cuenca de los ríos Tuluá Morales*. Cali, CVC, Subdirección de Planeación, 1999a.

Corporación Autónoma Regional del Valle, CVC. *Proyecto SIG PAFC, Plan de Ordenamiento Territorial en Énfasis Forestal.* Tuluá. Unidad de Manejo de Cuencas Tuluá Morales, 1997.

Daly, H. E., Cobb, J.B. *For the Common Good: Redirecting the Economy Towards Community. The Environment, and a Sustainable Future*. Boston, Beacon Press, 1989.

Etter, A. *Introducción a la ecología del Paisaje*. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1991.

Hanley, Nick, Jason F. Shogren, Ben White. *Environmental Economics in the Theory and Practice*. New York, Oxford University Press, 1997.

Harwick, J.M. "Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources". *American Economic Review*, V. 66, N. 1, 1977, p. 972-974.

Howarth, R.B. y R.B. Norgaard. "Intergenerational transfers and the social discount rate". *Environmental and Natural Resources Economics*, V.3, N. 4, 1993, p. 337-358

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. *Guía técnico científica para la ordenación de cuencas hidrográficas en Colombia.* Bogotá, IDEAM, 2004.

Ministerio del Medio Ambiente. Decreto 1729, 2002.

Ortiz, Carlos H. *Hacia un modelo de desarrollo incluyente para el Valle del Cauca.* Cali, Universidad del Valle, Mimeo, 2005.

Ortiz, Carlos H., Edgar Vásquez. "Coyuntura Económica del Valle del Cauca". *Documento de Trabajo*, CIDSE, Universidad del Valle, N. 31, 1996.

Páez, Gloria I. *Las aguas subterráneas importancia y perspectivas en el Valle del Cauca*. Cali, CVC, 2004

Pearce, D.W., R.K. Turner. *Economía de lo Recursos Naturales y del Medio Ambiente.* Madrid, Colegio de Economistas de Madrid – Celeste Ediciones, 2000

Pezzy, J. (1989). *Economic analysis of sustainable growth and sustainable development*. Environmental Department. Working paper No. 15. Washington D.C, The Word Bank, 1989.

Prescott-Allen, R. *The Wellbeing of Nations. A Country-by-Country Index of Quality of Life and the Environment*. Washington, International Development Research Centre and Island Press, 2001

Solow, R.M. "Intergenerational equity and exhaustible resources". *Review of Economics Studies*, V. 41, N. 1, 1974, p. 29-45

Solow, R.M. "On the intertemporal allocation of natural resources". *Scandinavian Journal of Economics*, V. 88, N.1, 1986, p. 141-149

Solow, R.M. "Sustainability: an economist's perspective". The eighteenth J. Seward Johnson Lecture. Woods Hole, MA: Woods Hole Oceanography Institution, 1991.

Solow, R.M. "An almost practical step toward sustainability". *Resources Policy*, V. 19, N. 1, 1993, p. 162-172

Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia, UAESPNN, dirección Territorial Suroccidental. *Cartilla Técnica del Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Las Hermosas: Documento síntesis.* Cali, UAESPNN, 2005

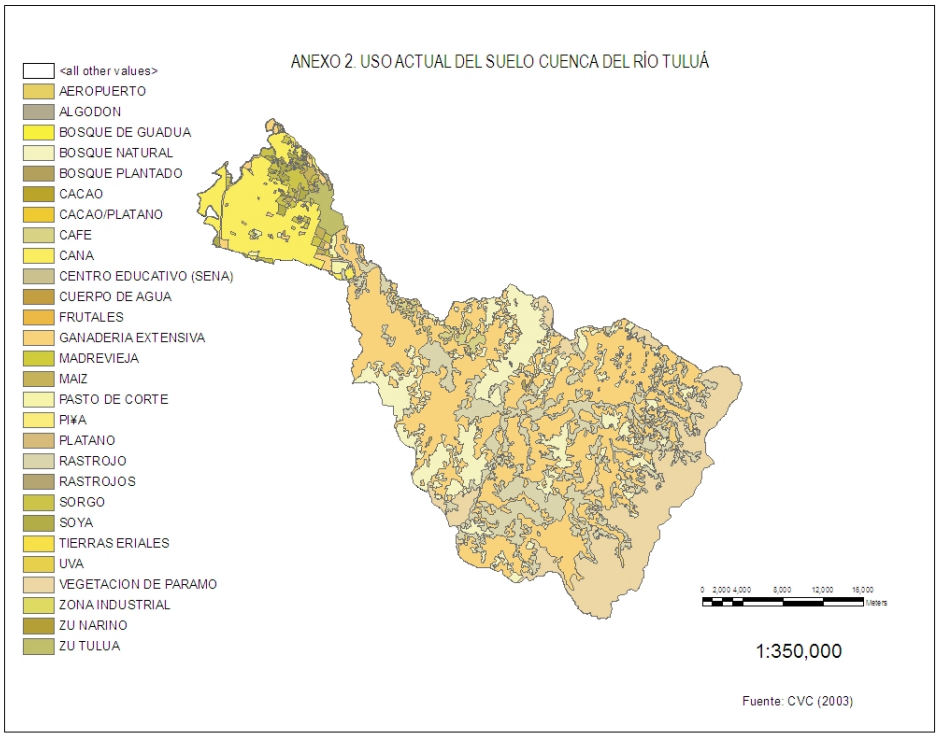
Wackernagel, M., and W. E. Rees (1997). "Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective". *Ecological Economics*, V. 20, N. 1, p. 3-24

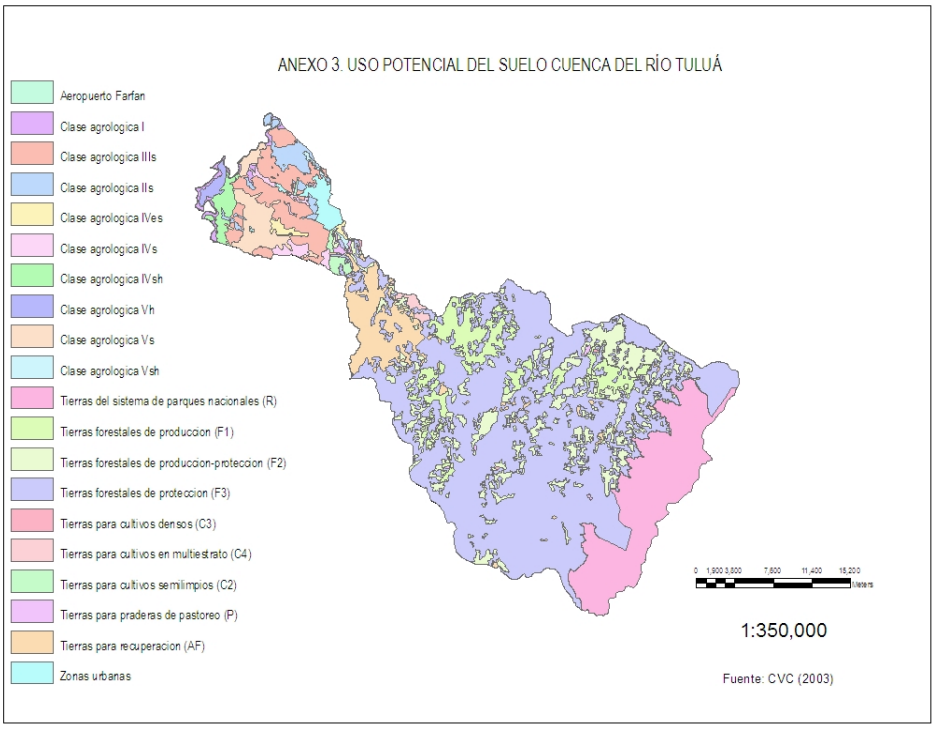
World Commission on Environment and Development, WCED. *Our Common Future*. Oxford, Oxford University Press, 1987.

ANEXO 1

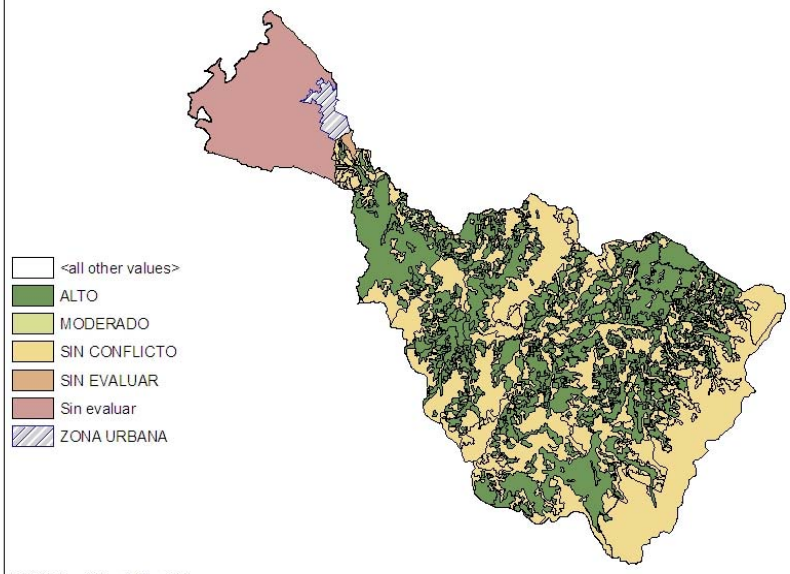
Uso potencial del Suelo	Área (ha)	(%)
Aeropuerto Farfán	35,83	0,04
Clase I: Suelos que no poseen limitaciones de uso, o son muy pocas	576,38	0,63
Clase IIIs: Suelos con limitaciones que reducen el número de cultivos propios de la zona*	4659,42	5,09
Clase IIs: Suelos con algunas limitaciones para su uso por lo cual requieren de prácticas de conservación*	1420,20	1,55
Clase IVes: Suelos con bastantes limitaciones que hacen disminuir la elección de cultivos a muy pocos*	373,17	0,41
Clase IVs: Suelos con bastantes limitaciones que hacen disminuir la elección de cultivos a muy pocos*	774,51	0,85
Clase: IVsh: Suelos con bastantes limitaciones que hacen disminuir la elección de cultivos a muy pocos*	941,71	1,03
Clase: Vh: Todos aquellos cultivos que mediante inversiones fuertes de capital se pueden mejorar y pasar a una clase con menores limitaciones*	431,34	0,47
Clase Vs*: Todos aquellos cultivos que mediante inversiones fuertes de capital se pueden mejorar y pasar a una clase con menores limitaciones	2246,44	2,46
Clase Vsh*: Todos aquellos cultivos que mediante inversiones fuertes de capital se pueden mejorar y pasar a una clase con menores limitaciones	185,88	0,20
(R)	12322,17	13,47
Tierras para bosques productores (F1) relieve plano a quebrado con pendiente menor al 50 %,	5579,54	6,10
Tierras forestales productoras-protectoras (F2) Relieve escarpado con pendientes entre 50 y 75 %, suelos moderadamente profundos	9625,82	10,52
Tierras protectoras (F3): Relieve escarpado con pendientes mayores al 75 %, suelos superficiales	45178,71	49,38
Tierras Cultivables(C3): pendientes entre el 12-25% (Cultivos densos)	54,35	0,06
Tierras Cultivables(C4): pendientes entre el 12-25% (cobertura de semibosque)	365,28	0,40
Tierras cultivables: pendientes entre el 3 y 12% (cultivos limpios)(C2)	405,26	0,44
Tierras para praderas de pastoreo (P) terrenos planos a fuertemente ondulados con pendientes menores al 25 %,	235,13	0,26
Tierras para la recuperación (AF) terrenos con erosión severa a muy severa	5013,76	5,48
Zonas urbanas	1060,60	1,16
TOTAL	91485,51	100,00
Estas clases pueden ir acompañadas de atributos que describen el tipo de limitaciones que presenta el suelo, con lo cual se conforman las subclases que se representan por letras minúsculas y son: e: Susceptibilidad a la erosión o erosión presente. h: Exceso de humedad dentro del perfil, encharcamientos e inundaciones. s: Inconvenientes físicos o químicos para el normal desarrollo radicular. c: Clima adverso		

Fuente: CVC-Univalle, 2006, basado en CVC, 2003 (ver anexo 3 mapa de uso potencial y anexo 4 mapa de conflicto en el uso del suelo)


ANEXO 2. USO ACTUAL DEL SUELO CUENCA DEL RÍO TULUÁ
<all other values>
AEROPUERTO
ALGODON
BOSQUE DE GUADUA
BOSQUE NATURAL
BOSQUE PLANTADO
CACAO
CACAO/PLATANO
CAFE
CANA
CENTRO EDUCATIVO (SENA)
CUERPO DE AGUA
FRUTALES
GANADERIA EXTENSIVA
MADREVIEJA
MAIZ
PASTO DE CORTE
PIÑA
PLATANO
RASTROJO
RASTROJOS
SORGO
SOYA
TIERRAS ERIALES
UVA
VEGETACION DE PARAMO
ZONA INDUSTRIAL
ZU NARINO
ZU TULUA
0 2,000 4,000 8,000 12,000 16,000
Meters
1:350,000
Fuente: CVC (2003)


ANEXO 3. USO POTENCIAL DEL SUELO CUENCA DEL RÍO TULUÁ
Aeropuerto Farfan
Clase agrologica I
Clase agrologica IIIs
Clase agrologica IIs
Clase agrologica IVes
Clase agrologica IVs
Clase agrologica IVsh
Clase agrologica Vh
Clase agrologica Vs
Clase agrologica Vsh
Tierras del sistema de parques nacionales (R)
Tierras forestales de produccion (F1)
Tierras forestales de produccion-proteccion (F2)
Tierras forestales de proteccion (F3)
Tierras para cultivos densos (C3)
Tierras para cultivos en multiestrato (C4)
Tierras para cultivos semilimpios (C2)
Tierras para praderas de pastoreo (P)
Tierras para recuperacion (AF)
Zonas urbanas
0 1,900 3,800 7,600 11,400 15,200
Meters
1:350,000
Fuente: CVC (2003)

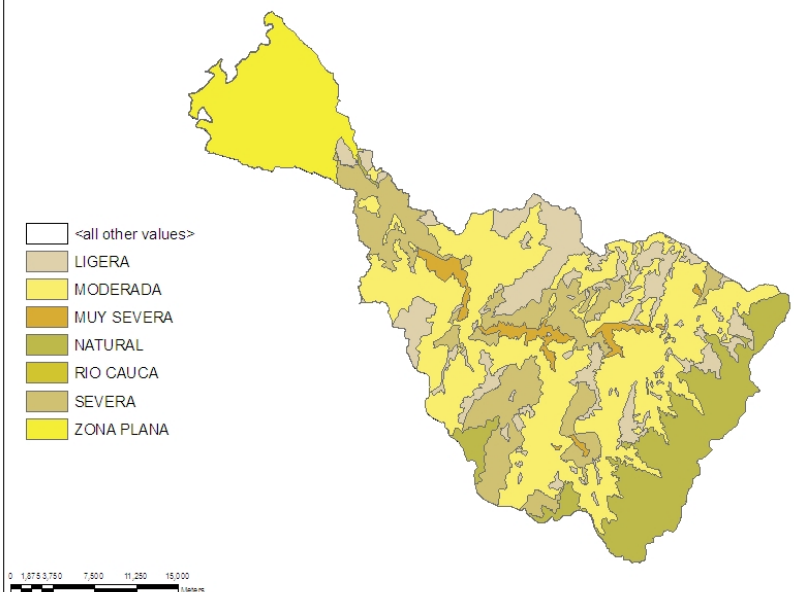
ANEXO 4. CONFLICTO EN EL USO DEL SUELO, CUENCA DEL RÍO TULUÁ



1:350,000

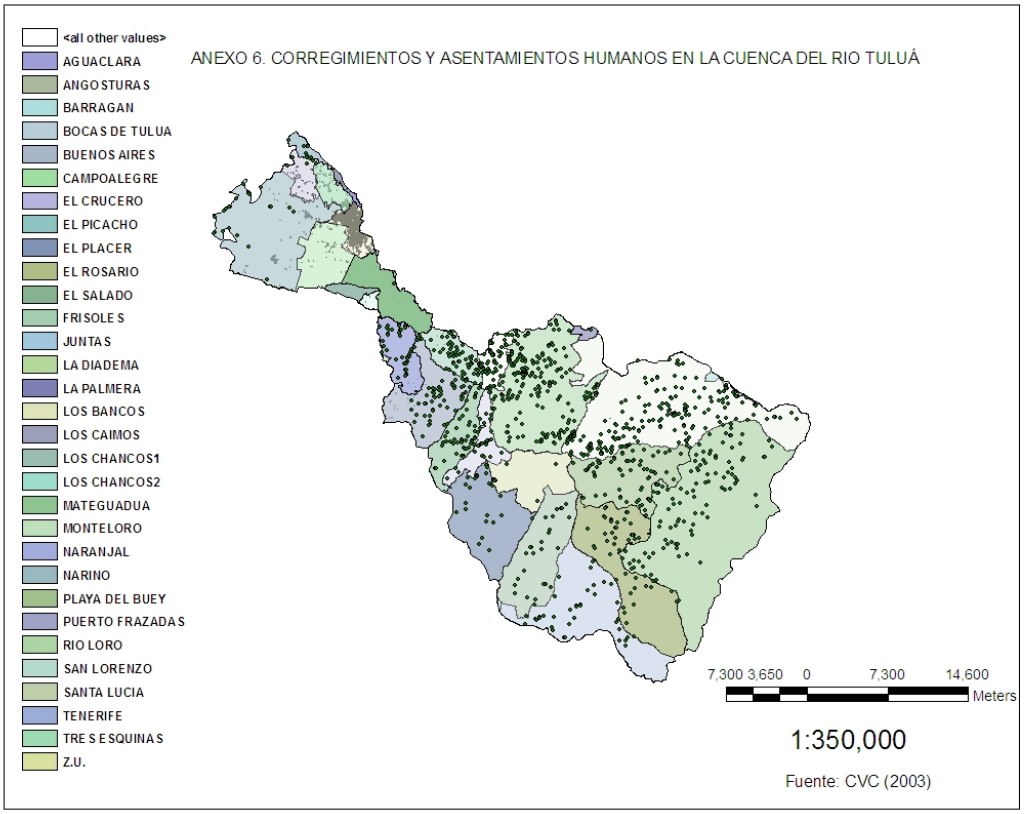
Fuente: CVC (2003)

ANEXO 5. GRADO DE EROSIÓN DEL SUELO, CUENCA DEL RÍO TULUÁ



1:350,000

Fuente: CVC (2003)


<all other values>
AGUACLARA
ANGOSTURAS
BARRAGAN
BOCAS DE TULUA
BUENOS AIRES
CAMPOALEGRE
EL CRUCERO
EL PICACHO
EL PLACER
EL ROSARIO
EL SALADO
FRISOLES
JUNTAS
LA DIADEMA
LA PALMERA
LOS BANCOS
LOS CAIMOS
LOS CHANCOS1
LOS CHANCOS2
MATEGUADUA
MONTELORO
NARANJAL
NARINO
PLAYA DEL BUEY
PUERTO FRAZADAS
RIO LORO
SAN LORENZO
SANTA LUCIA
TENERIFE
TRES ESQUINAS
Z.U.
ANEXO 6. CORREGIMIENTOS Y ASENTAMIENTOS HUMANOS EN LA CUENCA DEL RIO TULUÁ
7,300 3,650 0 7,300 14,600
Meters
1:350,000
Fuente: CVC (2003)