

2014

# Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas **POMCAS**

## **Anexo A. Diagnóstico**



**MinAmbiente**  
Ministerio de Ambiente  
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD  
PARA TODOS**

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	8
2.	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA .....	8
2.1	CARACTERIZACIÓN BASICA DE LA CUENCA .....	8
2.2	CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA CUENCA .....	9
2.2.1	Clima .....	9
2.2.2	Geología .....	10
2.2.3	Hidrogeología .....	11
2.2.4	Hidrografía .....	12
2.2.5	Morfometría .....	12
2.2.6	Pendientes .....	13
2.2.7	Hidrología .....	13
2.2.8	Calidad de agua .....	15
2.2.9	Geomorfología .....	18
2.2.10	Capacidad de uso de las tierras .....	20
2.2.11	Cobertura y usos de la tierra .....	28
2.2.12	Caracterización de vegetación y flora .....	31
2.2.13	Caracterización de la fauna .....	31
2.2.14	Identificación de áreas y ecosistemas estratégicos.....	32
2.2.14.1	Áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas, públicas o privadas. ..	33
2.3	CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL DE LA CUENCA.....	37
2.3.1	Sistema social.....	37
2.3.2	Sistema cultural.....	42

2.3.3	Sistema económico.....	43
2.4	CARACTERIZACIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA .....	45
2.4.1	Oferta institucional.....	45
2.4.2	Organización ciudadana.....	46
2.4.3	Instrumentos de planificación y administración de recursos naturales definidos o implementados en la cuenca .....	46
2.5	CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL DE LA CUENCA .....	47
2.5.1	Relaciones urbano – rurales y regionales en la cuenca .....	48
2.5.1.1	Relaciones socioeconómicas y administrativas en la cuenca.....	49
2.5.1.2	Capacidad de soporte ambiental de la región .....	50
2.6	GESTIÓN DEL RIESGO.....	51
3	ANÁLISIS SITUACIONAL.....	51
3.1	ANÁLISIS DE POTENCIALIDADES .....	51
3.2	ANÁLISIS DE LIMITANTES y condicionamientos.....	55
3.3	CONFLICTOS POR USO Y MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES.....	57
3.1.1	Conflictos por uso de la tierra .....	58
3.1.2	Conflictos por uso del recurso hídrico.....	61
3.1.3	Conflictos por pérdida de cobertura en ecosistemas estratégicos.....	64
3.1.4	Análisis y evaluación de conflictos.....	65
3.1.5	Análisis de territorios funcionales .....	68
4	SÍNTESIS AMBIENTAL .....	69
4.1	Priorización de Problemas y Conflictos.....	71
4.2	Determinación de áreas críticas .....	72



4.3 consolidación línea base de indicadores.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	74
Anexo 1 - INDICADORES DE LINEA BASE.....	78
ANEXO 2 - EVALUACIONES ECOLÓGICAS RÁPIDAS.....	104
ANEXO 3 –Factores de clasificación capacidad del uso.....	108

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Rangos de pendientes.....	13
Tabla 2 Variables fisicoquímicas mínimas a identificar en las redes de monitoreo del recurso hídrico .....	16
Tabla 3 Clases por capacidad de uso de los suelos .....	27
Tabla 4 Calificación de conflictos del recurso hídrico.....	62
Tabla 5 Calificación del conflicto por pérdida de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos.....	65
Tabla 6 Matriz para el análisis de una situación conflictiva.....	67
Tabla 7 Criterios mínimos de priorización de problemas y conflictos.....	71

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas públicas y privadas.....	33
Figura 2 Áreas complementarias para la conservación .....	34
Figura 3 Síntesis de potencialidades y limitantes.....	53
Figura 4 Evaluación de Conflictos por el uso de la tierra.....	61
Figura 5 Evaluación de conflictos por pérdidas de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos.....	64
Figura 6 Evaluación de conflictos por el uso y manejo de los recursos naturales.....	66
Figura 7 Síntesis Ambiental .....	70

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

---

AAU	Autoridades Ambientales Urbanas
AED	Área de exploración detallada
AEV	Área de exploración para verificación
AICAS	Áreas de importancia para la conservación de aves
CAMI	Centros de atención inmediata
CAR	Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social -
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DTM	Modelos digitales del terreno
EAAB	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
EER	Evaluación ecológica rápida
ENA	Estudio Nacional del Agua
EPM	Empresas Públicas de Medellín
ETP	Evapotranspiración potencial
FUNIAS	Formulario Único Nacional del Inventario de Aguas Subterráneas
GPS	Sistema de posicionamiento global
IACAL	Índice de alteración potencial de la calidad del agua
ICA	Índice de calidad del agua



IDEAM	Ístituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Ístituto Geográfico Agustín Codazzi
IPD	Índice de presión demográfica
IRH	Índice de retención y regulación hídrica
IUA	Índice de uso del agua superficial
IVH	Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico
IVR	Indicador de vegetación remanente
NBI	Necesidades básicas insatisfechas
NTC	Normas técnicas colombianas
OHRD	Oferta hídrica regional disponible neta
PIB	Producto interno bruto
POMCA	Plan de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas
POS	Plan Obligatorio de Salud
POT	Plan de ordenamiento territorial
PPN	Parques Nacionales Naturales
SEV	Sondeos eléctricos verticales
SINAP	Sistema Nacional de Áreas protegidas
SISBEN	Sistema de Identificación y Clasificación de Potenciales Beneficiarios para Programas Sociales
TNC	The Nature Conservancy
UCS	Unidades cartográficas de suelos
USDA	United States Department of Agriculture



## 1. INTRODUCCIÓN

En este anexo, se desarrollan las orientaciones técnicas que servirán de referentes para identificar y definir los parámetros, variables, indicadores y fuentes de información útiles para establecer la caracterización de la cuenca (básica, biofísica, socioeconómica y cultural, político administrativa, funcional y de gestión del riesgo), así como la definición del análisis situacional y la síntesis ambiental de la cuenca en ordenación.

El diagnóstico involucra el desarrollo de la caracterización de los componentes indicados, el inventario de los recursos naturales renovables de la cuenca y sus usos actuales, la identificación y evaluación de amenazas, análisis de vulnerabilidad y riesgo, el análisis y evaluación de conflictos por uso y manejo de los recursos naturales que se traducen en el análisis situacional y la síntesis ambiental de la cuenca en ordenación. En este mismo sentido, como herramientas en esta fase, se presentan las hojas metodológicas de los indicadores que consolidan la línea base del diagnóstico.

## 2. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

### 2.1 CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LA CUENCA

La caracterización básica de la cuenca corresponde a su descripción espacial sobre cartografía oficial a las escalas definidas de acuerdo con la normativa vigente, así como la descripción político administrativa de la misma a nivel departamental, municipal, veredal, incluyendo la jerarquización de centros poblados. Igualmente, en el caso de la presencia de comunidades étnicas en la cuenca objeto de ordenación, se realizará la descripción espacial de territorios colectivos y resguardos indígenas.

La cartografía base de la cuenca es la información digital contenida en una base de datos geográfica o *geodatabase* escala 1:25.000 para el caso de las macrocuencas de la Orinoquía, Amazonas y Pacífico (cuando la información disponible no esté a esa escala, se podrá utilizar cartografía base a escala 1:100.000) que debe



estar conformada por varias capas de información mínimas como, edificaciones y obras civiles, vías de transporte, centros poblados y cabeceras municipales, hidrografía compuesta por al menos drenajes sencillos, dobles y cuerpos de agua y su relieve compuesto por curvas de nivel. Se sugiere que estos elementos cartográficos cumplan con las normas técnicas colombianas (NTC) 5043 de la calidad de la información geográfica, NTC 4611 sobre los metadatos de la información geográfica y la NTC 5661 sobre la catalogación de los objetos geográficos.

La importancia de la cartografía base radica en que a partir de ella se generarán todos los productos que se requieren para el plan de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA), por ejemplo la morfometría, el mapa de pendientes y el de red hidrográfica para luego ser utilizados en el desarrollo de mapas más complejos como la geomorfología, las sub-cuencas o las coberturas vegetales; entiéndase que si no se cuenta con una base cartográfica ajustada, en los siguientes mapas se propagarán los errores, redundando en una mala calidad de la cartografía temática.

## **2.2 CARACTERIZACIÓN BIOFÍSICA DE LA CUENCA**

Compuesta por los factores y elementos que integran el medio natural, que por su importancia determinan las características y la dinámica del medio físico - biótico y su vulnerabilidad frente a las principales actividades humanas que se desarrollan en la sub-zona hidrográfica. Dentro de los factores y elementos que integran este componente, como mínimo se deben caracterizar los siguientes:

### **2.2.1 Clima**

El clima constituye el conjunto de condiciones de la atmósfera, que caracterizan el estado o situación del tiempo atmosférico y su evolución en un lugar dado. Por medio de análisis espacio tiempo, se pueden determinar los elementos que lo definen y los factores que lo afectan. Para realizar el análisis correspondiente se debe inventariar y recopilar la información disponible de las diferentes estaciones meteorológicas existentes en la cuenca en un período no inferior a los últimos diez años, actualizando la información y análisis existentes, teniendo en cuenta como mínimo:

- Inventario de características del clima en la cuenca hidrográfica sin desconocer el entorno regional de influencia del estudio, teniendo en cuenta la distribución temporal y espacial de la precipitación, temperatura, brillo, humedad relativa, evaporación y radiación solar, velocidad y dirección del viento.
- Elaboración de mapas de isoyetas mensuales y anuales, distribución por subcuenca hidrográfica.
- Elaboración de balances hidro-climáticos por subcuenca y los mapas de índice de aridez y zonificación climática de la cuenca, utilizando preferiblemente la metodología de Caldas – Lang.

Los análisis climatológicos efectuados deben posibilitar, deducir e interpretar el comportamiento de la atmósfera y permitir definir las bases para comprender las causas de ese comportamiento, determinar el cómo y el porqué del clima, tener una base para evaluar las fluctuaciones climáticas y poder definir los efectos y relaciones de la atmósfera con otros comportamientos naturales.

Para el cálculo de índice de aridez se deberá seguir la metodología indicada por el IDEAM (2010).

### 2.2.2 Geología

Con la información de los estudios y mapas geológicos del Servicio Geológico Colombiano correspondientes al área de la cuenca hidrográfica en ordenación, se deben desarrollar actividades de oficina y campo que permitan elaborar información geológica pertinente para la estructuración de la caracterización, como son:

- Delimitación de unidades de roca de acuerdo con su comportamiento geomecánico (consistencia, fracturación, meteorización).
- Información tectónica relacionada con el sistema de fallas principales y satélites e información de inclinación de capas.
- Delimitación de depósitos cuaternarios y suelos residuales, para ello se utilizarán fotografías aéreas e imágenes satelitales en la etapa de oficina. En la etapa de campo, se definirán transeptos que permitan obtener información de las unidades de roca y suelo.

- El análisis de los eventos volcánicos se realizará a partir de información generada por el Servicio Geológico Colombiano, en el caso que la Corporación Autónoma Regional no haya adelantado estudios al respecto.
- Los análisis relacionados con amenazas sísmicas y su comportamiento espacial, se realizarán de acuerdo a información existente y será referente como factor detonante de los eventos por movimientos en masa y tsunamis principalmente.

### 2.2.3 Hidrogeología

Caracterización hidrogeológica preliminar de los acuíferos de la cuenca teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tomando como base la geología, el balance hídrico y métodos indirectos, presentar una evaluación preliminar sobre la existencia de acuíferos.
- Identificación de unidades geológicas que puedan conformar acuíferos de acuerdo con su características como porosidad y permeabilidad, espesores, a partir de la información geológica (mapas, cortes, perfiles estratigráficos), de ajustes realizados con interpretación de imágenes de satélite, o de radar, datos sobre prospección geofísica (sondeos eléctricos verticales (SEV), registros geofísicos de pozos, otras investigaciones geofísicas), inventarios de puntos de agua (existencia de pozos, aljibes o manantiales) y la información específica solicitada en los trámites de concesiones de agua subterránea (cartografía geológica detallada, SEV, cortes geológico-geofísicos, correlaciones litológicas, perfiles estratigráficos de pozos) y mediante control de campo.
- Estimación de los usos actuales y potenciales del recurso hídrico subterráneo, mediante inventario de puntos de agua o información secundaria existente tomando como base el Formulario Único Nacional del Inventario de Aguas Subterráneas (FUNIAS.)
- Estimación de la oferta hídrica subterránea (expresada como recarga potencial) a través de métodos empíricos, como los descritos en el documento: *Guía Metodológica para la Formulación de Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013), o a través de balances hídricos o de humedad del suelo.

- Determinación de la calidad de las aguas subterráneas, con base en los reportes de inventarios, concesiones y monitoreos existentes.
- Evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación, con base en la información existente y la *Propuesta Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad Intrínseca de los Acuíferos a la Contaminación* (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT, 2010).
- Identificación y espacialización de las zonas que deben ser objeto de protección o de medidas de manejo especial, como zonas de recarga, humedales, perímetros de protección de pozos de abastecimiento humano, o zonas con mayor vulnerabilidad a la contaminación de acuífero.

#### 2.2.4 Hidrografía

Identificación, descripción y espacialización de la red hidrográfica de las subzonas hidrográficas y subcuencas (datos morfométricos por subcuencas), igualmente se deben caracterizar los sistemas de drenaje, a través de índices tales como jerarquización del drenaje, índice de drenaje y patrón de drenaje.

Se deben también elaborar mapas temáticos de patrones y densidad de drenaje, mapa de cuencas y subcuencas, realizar el cálculo de índice de vulnerabilidad a eventos torrenciales a nivel de los afluentes principales de las subcuencas, de acuerdo con la metodología propuesta por IDEAM (2010a).

#### 2.2.5 Morfometría

El análisis de las características morfométricas, brinda los fundamentos para documentar la analogía territorial y así establecer las relaciones hidrológicas de generalización territorial. En este sentido los parámetros mínimos que se deben tener en cuenta son: área, perímetro, longitud y ancho de la cuenca, factor de forma, coeficiente de compacidad, índice de alargamiento, índice de asimetría, longitud y perfil del cauce principal, curva hipsométrica, elevación media, pendiente del cauce y de la cuenca y, tiempos de concentración.

El análisis de los parámetros mencionados debe realizarse en las subzonas hidrográficas y subcuencas.

### 2.2.6 Pendientes

La pendiente de un terreno se relaciona con la morfología y dinámica de todas las formas del relieve; todas ellas tienen un umbral límite que las clasifica o jerarquiza de acuerdo con su geometría; es decir, la pendiente constituye un factor que favorece la delimitación de los procesos y los tipos de formas que se encuentran en el terreno.

Para la elaboración del mapa de pendientes deberán utilizarse los rangos de pendientes propuestos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC que se describen a continuación:

**Tabla 1 Rangos de pendientes**

SÍMBOLO	GRADIENTE %	DESCRIPCIÓN
a	0-3	Plano
b	3-7	Ligeramente inclinado
c	7-12	Moderadamente inclinado
d	12-25	Fuertemente inclinado
e	25-50	Ligeramente escarpado
f	50-75	Moderadamente escarpado
g	>75	Fuertemente escarpado

Fuente: IGAC, 2013.

### 2.2.7 Hidrología

Para la caracterización hidrológica de la subzona hidrográfica y subcuenca se requiere la elaboración de un documento técnico y cartografía temática de los siguientes aspectos:



- Diagnóstico de la red hidrológica en la cuenca objeto de ordenación y su área de influencia, incluyendo el análisis de la información generada en cada una de las estaciones, para lo cual como mínimo se deben analizar: persistencia, homogeneidad, consistencia, aleatoriedad y llenado de datos faltantes.
- Caracterización hidrológica a nivel de la cuencas objeto de ordenación y subcuencas, teniendo en cuenta las variaciones temporales y espaciales, estimación de caudales característicos y el análisis de valores medios y extremos a partir de registros históricos de caudales (análisis multianuales), se deberán utilizar modelos lluvia – escorrentía; los cuales deberán ser calibrados y validados. En caso que existan modelos hidrológicos de la zona de estudio deberán ser validados para su utilización.
- Estimación de la oferta hídrica superficial total y disponible mensual y anual, a nivel de la cuenca objeto de ordenación y subcuencas, teniendo en cuenta aspectos hidráulicos, hidrológicos, ecológicos y de calidad de agua.
- Estimación de caudales máximos para diferentes periodos de retorno (2.33, 5, 25, 50 y 100 años), con el fin de establecer el comportamiento de los eventos extremos.
- Estimación de la demanda hídrica potencial y real a nivel de la cuenca objeto de ordenación y subcuencas. Dentro de la estimación de la demanda hídrica se tendrán en cuenta y se identificarán los diferentes sectores (industrial, comercial, agrícola, agroindustrial y consumo humano).
- Elaboración de balances hidrológicos a nivel de la cuenca objeto de ordenación y subcuencas.
  - Índice de retención y regulación hídrica (IRH)

Este índice mide la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios. Este índice se mueve en el rango entre 0 y 1, siendo los valores más bajos los que se interpretan como de menor regulación.

- Índice de uso del agua superficial (IUA)

Cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un período determinado (anual, mensual) y unidad espacial de análisis en relación con la oferta hídrica regional disponible neta (OHRD) para las mismas unidades espaciales y de tiempo. En sentido estricto el indicador debe considerar la oferta hídrica superficial y subterránea en forma unitaria.

- Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico (IVH)

Grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas tales como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño), podría generar riesgos de desabastecimiento. El IVH se determina a través de una matriz de relación de rangos del índice de regulación hídrica (IRH) y el índice de uso de agua (IUA), tal como se ilustra en el Estudio Nacional del Agua ENA 2010.

Los índices mencionados están descritos en las hojas metodológicas que se encuentran en el Anexo 1 de este documento: *Indicadores de línea base*.

### 2.2.8 Calidad de agua

El recurso agua, es el eje articulador de todas las actividades en un territorio y por ende de las poblaciones, puesto que estas desarrollan distintas actividades productivas que no sólo dependen de la cantidad y calidad de este recurso sino que además generan alteraciones al estado natural del mismo.

Para caracterizar la cuenca en términos de calidad es importante tener en cuenta aspectos relacionados con el seguimiento a cantidad (comportamiento de caudales), manejo y disposición de residuos líquidos y sólidos de las poblaciones o usuarios, tanto en las cabeceras municipales como en el área rural (veredas, centros poblados) de la cuenca en ordenación, donde es procedente considerar los siguientes aspectos:

- Identificar y evaluar las redes de monitoreo existentes en la cuenca, para determinar si los parámetros monitoreados brindan la información completa que permita categorizar la calidad del agua conforme a los parámetros mínimos que se requieren para el cálculo del índice de calidad del agua (ICA) formulado por el IDEAM (2010a), tales variables corresponden a las que se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 2** Variables fisicoquímicas mínimas a identificar en las redes de monitoreo del recurso hídrico

Variable	Expresada como
Oxígeno disuelto (OD)	% Saturación
Sólidos en suspensión	mg/l
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/l
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/l
Coliformes fecales	NMP/1000
Caudal	L/seg
Conductividad eléctrica (C.E)	μS/cm
Ph total	Unidades de PH

Fuente: IDEAM, 2010.

Para el análisis de esta información se requieren evaluar y describir la información de calidad del recurso hídrico de las redes de monitoreo establecidas por el IDEAM o en las que la Autoridad Ambiental tenga establecidas. De otro lado, es importante también analizar la ubicación de estos puntos de monitoreo y su representatividad conforme a las áreas en donde se concentran las actividades productivas o de servicios.

- Identificación de las actividades productivas desarrolladas en la subcuenca que generan vertimientos de aguas residuales, y del sistema de manejo y disposición final.

En este punto del diagnóstico se deberán identificar las actividades productivas o de servicios que se asientan en la cuenca, lo cual servirá de insumo en el análisis del comportamiento de las cargas contaminantes y su origen; es decir la identificación de los tipos de vertimientos que se descargan en la cuenca, los cuales pueden ser:

- Aguas residuales domésticas e industriales;
  - El escurrimiento de aguas en zonas de producción agrícola y ganadera;
  - Aguas procedentes de los procesos de extracción minera.
- Estimación de cargas contaminantes vertidas a las corrientes principales, a partir de información disponible.

Para complementar el análisis sobre la calidad del agua en la cuenca y su comportamiento, es necesario revisar y analizar los inventarios existentes de vertimientos puntuales y difusos; información que será el insumo para la estimación de las cargas contaminantes aportadas a la cuenca más cercana a la realidad, como también la identificación de los sistemas de manejo y disposición final de estas aguas residuales.

- Descripción y análisis de factores de contaminación en aguas y suelos asociados al manejo y disposición final de residuos sólidos ordinarios y especiales en zona rural, centros poblados y cabeceras municipales en la cuenca (enterramiento, quema, cielo abierto, relleno o aprovechamiento).

El saneamiento básico en la cuenca, va ligado directamente a la calidad del recurso hídrico, por tal razón es indispensable la evaluación de los sistemas de disposición final de residuos sólidos de las comunidades asentadas en las áreas de impacto directo a los cauces.

- Estimación del índice de calidad del agua (ICA) y del índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL)

Estos indicadores reflejan la alteración potencial de la calidad del agua por presión de la actividad socioeconómica.

Se sugiere calcular los índices de calidad del agua (ICA) para las corrientes principales de la subzona hidrográfica o subcuencas prioritarias y el índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL) a nivel de subcuenca hidrográfica, de acuerdo con la metodología desarrollada en el Estudio Nacional del Agua 2010.

El índice de calidad del agua (ICA), determina condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua y, en alguna medida, permite reconocer problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico. Permite además representar el estado general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y biológicas.

Mientras que el IACAL refleja la alteración potencial de la calidad del agua por presión de la actividad socioeconómica, a escala de subzonas hidrográficas, pues se calcula en función de la presión ambiental, entendida como la contribución potencial de cada agente social o actividad humana (población, industria, agricultura, minería) a las alteraciones del medio ambiente por consumo de recursos naturales, generación de residuos (emisión o vertimiento) y transformación del medio físico. Es decir, es la capacidad de generar un impacto ambiental. La afectación potencial se refiere a la posibilidad de generar un grado de alteración debido a una presión ambiental; por ejemplo, un vertimiento puede generar distintos impactos ambientales en función de diversos factores: la fragilidad del medio receptor, la concentración de presión ambiental en el área (existencia de muchos vertimientos) y la capacidad de recuperación del medio receptor.

La estimación de estos índices de calidad de agua, se realizará con la información disponible tanto en las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible -CAR como en otras entidades o instituciones, que obedezca a muestreos de vertimientos de aguas residuales o a insumos necesarios para poder estimar presuntivamente cargas contaminantes por sector productivo.

### 2.2.9 Geomorfología

La geomorfología ocupa dos temas esenciales en la formulación de los POMCAS: La identificación y la descripción de las formas del relieve y modelados a partir del análisis de los procesos que los originaron (morfogénesis) y los procesos actuales que los retocan (morfodinámica). Desde el punto de vista metodológico, se propone la aplicación de una metodología con enfoque sistémico: sistemas morfogénicos (IDEAM, 2010c) o



geomorfología para levantamientos edafológicos (IGAC, 1988; Zinck, 2012) que permiten integrar en el análisis los diferentes componentes que configuran y caracterizan las cuencas hidrográficas; por tanto, el análisis geomorfológico deberá incluir:

1. La definición, identificación jerárquica y descripción de geoformas a escala 1:25.000, teniendo en cuenta su origen, estadio de evolución (tiempo) y su caracterización por medio de los agentes geomorfológicos imperantes para cada una de ellas.
2. El análisis de los procesos morfodinámicos pasados, actuales y potenciales, incluyendo la identificación de procesos erosivos actuales y potenciales en la cuenca y de los fenómenos de movimientos en masa, entre otros, para posteriormente integrarlo al análisis de amenazas.

Dentro de los insumos para la elaboración del componente de geomorfología se consideran: aerofotografías, imágenes de satélite y modelos digitales del terreno (DTM) de resolución adecuada y los estudios temáticos publicados a escala 1:25.000 o superior (1:10.000, 1:5.000); la información que esté a escalas inferiores como 1:500.000 o 1:100.000 (mapas de suelos, de unidades litológicas, de ecosistemas, de erosión, de desertificación, de movimientos en masa, etc.) servirán de guía pero deberán ser detallados por medio de los insumos mencionados anteriormente y verificados en campo para su incorporación en la cartografía final.

Como productos se tendrán:

- Mapas geomorfológicos a escala 1:25.000, con información que representa las características de las geoformas y los procesos morfodinámicos.
- Leyenda geomorfológica que indique la clasificación jerárquica de las geoformas y una breve descripción.
- Documento técnico que explique tanto los relieves y modelados definidos como las geoformas para cada uno de ellos, al igual que los procesos morfodinámicos identificados en la cuenca indicando las relaciones con las amenazas.

### 2.2.10 Capacidad de uso de las tierras

Para entender el alcance del componente suelo en el análisis ambiental de los *planes de ordenación y manejo de cuencas* (POMCA), es necesario precisar el alcance de los términos, estudios y levantamientos de suelo, porque tanto el objetivo, como la aproximación metodológica son específicos en cada caso.

Estudio, es una palabra cuyo significado es amplio desde el punto de vista de la edafología; investigaciones sobre la degradación de suelos por erosión, salinización y/o contaminación, la caracterización edafofaunística de una región determinada, la identificación de las arcillas, la mineralogía de la fracción arena de los suelos de ceniza volcánica del Eje Cafetero o de los vertisoles de la Llanura Caribe son ejemplos de estudios de suelos cuya ejecución obedece a criterios y a procedimientos disimiles cuya selección es responsabilidad de los investigadores respectivos.

Mientras tanto, el levantamiento de suelos, en el campo de la pedología, tiene como objetivo la identificación de los suelos en un área determinada, así como el conocimiento de la distribución espacial de los mismos, para lograr la representación del mosaico edáfico a una escala determinada; y es a partir del conocimiento de las algunas de las características de los suelos (no taxonómicas) que es posible la definición de la capacidad de uso y manejo de las tierras involucradas.

En la práctica, la diferencia fundamental entre los estudios de suelos, en general, y los levantamientos agrológicos, en particular, estriba en que los científicos de suelos responsables de los primeros seleccionan o desarrollan los procedimientos más efectivos de acuerdo con el objetivo para resolver el problema científico de la investigación, mientras que en el segundo caso los programas de reconocimiento han adoptado metodologías generalmente desarrolladas por escuelas altamente especializadas como la USDA (Soil Survey Program) o la del ITC de Holanda y cuya efectividad ha sido suficientemente probada en los países latinoamericanos y, en particular, en la Subdirección de Agrología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

- EL COMPONENTE SUELO EN LOS POMCAS

El *plan de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas* (POMCA) requiere, para su ejecución, el análisis del componente edáfico no sólo como aporte para la elaboración de la línea base de la unidad hidrológica, sino

como fuente de información y conocimiento para la evaluación de la susceptibilidad del área al deterioro, así como para definir la capacidad y uso de las tierras e identificar los conflictos de uso del suelo.

La realización de estas actividades le confiere al análisis del recurso suelo en los POMCAS el carácter de un estudio que está centrado en la sectorización espacial de la cuenca desde la óptica del uso potencial y actual de las tierras, por cuanto del desorden generado por la localización equivocada de los proyectos productivos, la degradación del recurso edáfico, la vulnerabilidad de las tierras ante la acción de los factores ambientales y la actividad humana, depende la necesidad de mayor ordenamiento en la cuenca.

Para adelantar la labor de conocer los suelos en los POMCAS se cuenta en primera instancia con los levantamientos de suelos de tipo general, los cuales si bien son una fuente importante de conocimiento del componente edáfico se ejecutaron de acuerdo con la escala, mediante el ejercicio mental de agrupar, asociar y generalizar en torno a las poblaciones de suelos, mientras que el levantamiento semidetallado (escala 1:25.000) exige superar, detallar y precisar los componentes del mosaico edáfico.

Las diferencias conceptuales entre las dos percepciones de la edafodiversidad se traducen en cambios en la aproximación metodológica no sólo en el trabajo de campo (densidad de observaciones, creación de consociaciones, complejos y clasificación taxonómica hasta el nivel categórico de familia), sino en la etapa preparatoria del levantamiento en la oficina (identificación de ambientes edafogénicos, en el marco de las formas del terreno precisando en cada una el material litológico o sedimentos que obran como el material parental de los suelos y el clima ambiental respectivo).

La diferencia entre los niveles de conocimiento generado por los levantamientos generales y semidetallados señala la magnitud de la tarea que se debe ejecutar para suplir la inexistencia de las fuentes de información a escala 1:25.000 que se requieren para la elaboración de los POMCAS.

La solución del problema para disponer del conocimiento suficiente para llevar a efecto el análisis del componente edáfico de las cuencas hidrográficas a la escala requerida por la Autoridad Ambiental se basa en las siguientes premisas:

- El análisis del componente suelo en los POMCAS tiene carácter de estudio, lo que significa que no está sujeto específicamente a los requerimientos propios del proceso metodológico de un levantamiento agrológico.

- El conocimiento de los suelos, derivado de los estudios generales (escala 1:100.000) si bien es muy valioso, no es suficiente para hacer interpretaciones prácticas con el nivel de detalle que requiere el POMCA.
- El propósito del estudio del componente edáfico se centra en la definición de la capacidad de uso de las tierras de la cuenca.
- La calificación de la susceptibilidad de los suelos al deterioro y el aporte del mapa de capacidad de uso de las tierras a la identificación de los conflictos de uso del suelo, son valores agregados que además de enriquecer la visión interdisciplinaria, resaltan la importancia de la participación del edafólogo en la operación sinérgica cuyo resultado final es el plan de manejo y ordenación de la cuenca.
- Tanto los objetivos específicos, como la aproximación metodológica del estudio de los suelos se deben enfocar en llenar los vacíos de conocimiento del medio edáfico que dejan los reconocimientos de los suelos a nivel general, concentrando la atención en las limitaciones de los suelos que, por su nivel de importancia, se convierten en características de diferenciación de las clases y subclases agrológicas.

Como se discutió anteriormente los levantamientos agrológicos a escala general (1:100.000) como fuente primaria del conocimiento del mosaico edáfico de la cuenca hidrográfica aportan información sobre las características internas y externas de los suelos que funcionan como determinantes de la capacidad de uso de las tierras, pero la precisión y discriminación de su distribución espacial no es suficiente, por razones de escala. Por lo tanto, para los fines del estudio del componente edáfico en el marco de los *planes de ordenación y manejo de cuencas* este hecho se convierte en el vacío de conocimiento que se debe llenar para elaborar la carta temática sobre capacidad de uso y manejo de las tierras de la cuenca a escala 1:25.000 tal como lo exige la Autoridad Ambiental y, en consecuencia, la aproximación metodológica que se propone, contempla acciones efectivas en el marco del razonamiento edafológico.

Sin embargo se debe realizar el reconocimiento en campo de los suelos y su caracterización en el laboratorio, conforme a la metodología propuesta por el IGAC<sup>1</sup> para POMCAS, el cual tendrá como finalidad determinar la CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS a escala 1:25.000; pues el objetivo del POMCA es definir a través de análisis físicos y químicos de suelos y aplicando la metodología mencionada llegar a determinar la Capacidad de Uso y no elaborar un mapa de suelos.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

---

<sup>1</sup> Metodología para levantamientos de suelos (IGAC, 2011)

- **Compilación y análisis de la información**

Como primera medida se debe realizar un proceso de compilación, revisión y evaluación del material temático existente, (informes y cartografía) en aspectos como geología, clima y cartografía, que se hayan realizado en la zona.

Se recolectará el material aerofotográfico, cartográfico y de demás sensores remotos que apoyen la información en temas de vegetación, geología, geomorfología y edafología, necesarios para elaborar la información básica.

Se debe realizar una interpretación geomorfopedológica, para lo cual se deben obtener aerofotografías de escala 1:40.000 o de mayor detalle. Dado el caso de no obtenerse fotografías a la escala de trabajo adecuada, se pueden utilizar aerofotografías a escala hasta 1:52.000, en ambos casos el detalle de la interpretación se debe realizar con un modelo de elevación del terreno (DTM) de 30 metros o inferior. La metodología de interpretación geomorfológica debe ser de carácter multipropósito en donde la unidad de generalización es la forma del terreno y/o subunidad geomorfológica.

Para un mayor ajuste de las unidades de interpretación geomorfológica, se debe realizar el cruce de información con el mapa de pendientes de la cuenca, generado al comienzo del diagnóstico a partir del modelo digital de elevación del terreno, el cual se debe integrar a la caracterización de las formas del terreno del mapa geomorfológico.

- **Fase de levantamiento**

Una vez compilada y revisada toda la información edáfica que se encuentre del área de estudio y habiendo terminado la fotointerpretación geomorfológica (la cual se basa en alguna de las metodologías propuestas), se debe generar el mapa geomorfológico sobre el cual se planificará el trabajo de campo y se identificarán los sitios para el muestreo de suelos; se aconseja seguir el siguiente procedimiento para reconocimiento de suelos, con el fin de conocer a nivel de subgrupo taxonómico el mosaico edáfico.



Para tal fin se debe utilizar un muestreo de mapeo libre que cumpla con las siguientes especificaciones:

Definir un área de exploración detallada (AED) equivalente al 12.5% del área total de la cuenca, en la cual se representen todas las unidades geomorfológicas a nivel de forma de terreno, con sus respectivas variaciones de clima edáfico y pendientes (esta AED puede ser en un solo sector o en varios pero debe cumplir con el 12.5% requerido), en esta área se requiere una intensidad de un chequeo de suelos cada 20 Ha o menos y en área de exploración para verificación (AEV) equivalente al 87.5% del área total de la cuenca, en la cual se debe realizar un chequeo cada 225 Ha. En las observaciones de campo se requiere que se determinen algunas características identificables en el terreno como la pendiente, el clima y el material parental que originó los suelos. Este sistema garantiza el conocimiento suficiente de los tipos de suelos presentes en cada paisaje, tipo de relieve y formas del terreno existentes en la cuenca.

- Fase de análisis de laboratorio

Posteriormente al reconocimiento de los suelos, se deben caracterizar en laboratorio todos los tipos de suelos modales existentes en la cuenca, este análisis de laboratorio debe incluir como mínimo: la capacidad de intercambio catiónico, contenidos de calcio, magnesio, potasio, sodio, fósforo, aluminio de cambio, saturación de bases, carbón orgánico, textura y pH, esta información es relevante para evaluar la fertilidad de los suelos y dar un referente sobre las limitantes y potencialidades de las tierras en sus contenidos químicos y texturales. Además de los análisis anteriores se debe realizar la toma de muestras para densidad aparente y en los casos en los que aplique (climas cálidos secos) se debe realizar la prueba de conductividad eléctrica, la cual permite conocer problemas de salinidad.

Como puede apreciarse, para la determinación de la capacidad de uso de las tierras se requiere tener una caracterización básica de los suelos y no el detalle y rigor de un levantamiento de suelos a la misma escala el cual incluye aspectos taxonómicos que no son objeto de realización por parte del POMCA.

- Fase de evaluación de tierras por capacidad de uso

La evaluación de tierras por su capacidad de uso es la metodología desarrollada por la USDA, empleada y modificada por el IGAC, con el fin de determinar, teniendo como base las limitantes de los suelos, unas características de uso y manejo de las tierras en función de cinco elementos básicos: clima, suelo, relieve,

erosión y humedad. Estas propiedades de la tierra permiten establecer usos y limitaciones, por lo cual se adoptan como parámetros de ordenamiento.

La estructura del sistema de clasificación comprende tres categorías: clases, subclases y grupos de manejo o unidades de capacidad, las cuales se utilizan categorizadamente de acuerdo con el nivel de detalle.

Las clases agrupan suelos que presentan el mismo grado relativo de riesgos o limitaciones, estas se conocen comúnmente como clases agrológicas y se designan con números arábigos de 1 a 8; en estas designaciones, los riesgos de daños al suelo o sus limitaciones en el uso se hacen progresivamente mayores a medida que se sube en la clase; es decir los suelos de la clase 1 no tiene limitantes mientras que los de la clase 8 presentan limitantes severos. En términos generales, estas clases se han delimitado de acuerdo con la actividad en las que puedan ser utilizadas teniéndose así la siguiente agrupación, las clases 1 a 4 se han catalogado como agrícolas ya que son capaces de producir cultivos bajo buenas condiciones de manejo, las de las clases 5, 6 y 7 son adecuadas para plantas nativas o adaptables, pastos y cultivos especiales u ornamentales. Las tierras de la clase 8 no son adecuadas para las actividades agropecuarias ni forestales con fines comerciales.

La subclase es una categoría del sistema, que especifica en las clases 2 a la 8, uno o más factores limitantes generales y específicos para las unidades cartográficas de suelos (UCS). Es decir, la subclase agrupa tierras que poseen los mismos factores o limitantes.

Los limitantes que determinan la clasificación son cinco y se designan con letras minúsculas que se agregan al número de la clase; estas son:

p: pendiente

e: erosión actual

h: exceso de humedad en el suelo por tabla de agua o encharcamientos e inundaciones

s: limitaciones físicas o químicas del suelo

c: clima adverso

Las limitaciones descritas pueden ser en algunos casos temporales, por ejemplo algunos encharcamientos o fertilidad natural, las cuales que pueden corregirse con buenos drenajes y prácticas de fertilización o ambos. La mayoría de los limitantes son de carácter permanente, como son las pendientes pronunciadas, la poca profundidad efectiva de los suelos o el clima desfavorable. De la misma manera una clase puede estar afectada por una o varias limitaciones.

Los grupos de manejo corresponden a la tercera categoría del sistema de clasificación por capacidad de uso; en ésta se reúnen las tierras de una misma subclase y que tienen el mismo grado y número de limitaciones específicas comunes, potencialidades similares y lo más importante, que tienen una respuesta similar a las prácticas de manejo que se deben aplicar para poder ser utilizadas de manera adecuada.

De esta manera se tiene que suelos de diferentes UCS que tienen ciertos limitantes clasifican en una clase por capacidad, por ejemplo humedad y clima; luego se agrupan los suelos por limitantes similares para obtener la subclase, por ejemplo una subclase es por humedad y otra es por clima, al hacer esto se agrupan los suelos que responden a un mismo tratamiento y una misma práctica de conservación; se obtienen así los grupos de manejo.

El grupo de manejo se identifica con un número arábigo, comenzando con el número 1 colocado a continuación de la subclase y separado por un guion (-); por ejemplo: grupo de capacidad 2p-1, 2p-2, 2s-1, 2s-2, 4e-1, 4e-2, etc.; estos se determinan para dar un uso y manejo específico a los suelos.

Con los datos obtenidos del trabajo de campo y los resultados del laboratorio de suelos se realiza el análisis y correspondiente evaluación mediante la metodología de las clases agrológicas del IGAC, para obtener las diferentes clases de tierras de acuerdo con la oferta específica de cada cuenca, la cual involucra los colores para la cartografía como se describen en la siguiente tabla:

**Tabla 3 Clases por capacidad de uso de los suelos**

CLASE	COLOR	DESCRIPCIÓN	USO PRINCIPAL PROPUESTO
CLASE 1	Verde	Los suelos que no presentan o tienen muy pocas limitaciones para el uso agropecuario. Por su calidad, son aptas para todas las actividades agropecuarias intensivas, adaptadas a las condiciones climáticas y ecológicas de la cuenca.	Cultivos Transitorios Intensivos (CTI)
CLASE 2	Amarillo	Suelos con algunas limitaciones que restringen la o requieren prácticas moderadas de conservación	Cultivos Transitorios Intensivos (CTI) Cultivos Transitorios Semiintensivos (CTS)
CLASE 3	Rojo	Suelos con limitaciones importantes que restringen la elección de las plantas o requieren prácticas especiales de conservación o ambas cosas	Cultivos Transitorios Semiintensivos (CTS) Cultivos Permanentes Intensivos (CPI) Cultivos Permanentes Semiintensivos (CPS) Pastoreo Intensivo (PIN)
CLASE 4	Azul	Suelos con limitaciones muy importantes que restringen la elección de los cultivos, requieren un manejo muy cuidadoso	Cultivos Transitorios Semiintensivos (CTS) Cultivos Permanentes Intensivos (CPI) Cultivos Permanentes Semiintensivos (CPS) Pastoreo Intensivo (PIN) Pastoreo Extensivo (PEX) Sistemas Agro silvícolas (AGS) Sistemas Agrosilvo Pastoriles (ASP) Sistemas Silvo Pastoriles (SPA)
CLASE 5	Verde oscuro	Suelos que tienen limitaciones severas para el uso que son factibles de modificar, disminuir o eliminar, con diferentes grados de dificultad y generalmente con altos costos económicos	Pastoreo Extensivo (PEX) Sistemas Agrosilvo Pastoriles (ASP) Sistemas Silvo Pastoriles (SPA) Sistemas Forestales Protectores (SFP)
CLASE 6	Naranja	Suelos con limitaciones muy severas que, en términos generales, los hacen aptos únicamente para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos; también se pueden desarrollar sistemas agroforestales y forestales. La agricultura deberá desarrollarse bajo sistemas de manejo que incluyan prácticas conservación de suelos	Cultivos Permanentes Intensivos (CPI) Cultivos Permanentes Semiintensivos (CPS) Sistemas Agro silvícolas (AGS) Sistemas Agrosilvo Pastoriles (ASP) Sistemas Silvo Pastoriles (SPA) Sistemas Agro silvícolas (AGS) Sistema Forestal Protector (FPR) Sistema Forestal Productor (FPD)
CLASE 7	Marrón	Suelos con limitaciones muy importantes, impropios par el cultivo, su uso principal es el forestal en el cual el bosque debe tener carácter protector, excepcionalmente se pueden establecer cultivos agroforestales como café	Sistema Forestal Protector (FPR) Sistema Forestal Productor (FPD) Sistemas Agro silvícolas (AGS)
CLASE 8	Púrpura	Suelos que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas.	Sistema Forestal Protector (FPR) Áreas para la conservación y recuperación de la naturaleza, también recreación (CRE)

Fuente: IGAC, 2013.

Luego de determinar la capacidad de uso de las tierras, a cada unidad clasificada se le asigna un uso principal propuesto, el cual debe estar totalmente acorde con la capacidad; esta asignación de usos genera un nuevo mapa denominado de usos propuestos el cual será clave en la fase de zonificación.

De acuerdo con lo anterior, la construcción del mapa de capacidad de uso configura las potencialidades de las tierras, las cuales definen posteriormente al ser integradas con la información de cobertura, los conflictos de uso.

Para una mejor comprensión de la metodología de capacidad, se presenta al final de este documento en el Anexo 3: *Factores de clasificación capacidad del uso*, la tabla denominada factores de capacidad de uso, en la cual se expresa de manera resumida la metodología para llegar a la capacidad de uso y al uso principal propuesto correspondiente con cada clase agrológica.

### 2.2.11 Cobertura y usos de la tierra

La cobertura de la tierra incluye la cubierta vegetal natural y transformada, cuerpos de agua y territorios artificializados.

De la relevancia de la cobertura vegetal se ha escrito ampliamente por ser el elemento fotosintetizador y productor en la red trófica, fijador de carbono, es protectora del suelo ante el impacto de la lluvia, asimiladora de nutrientes, estabilizadora de pendientes, entre otras.

Además, dado que en Colombia los estudios de biodiversidad vegetal y animal a la fecha son fragmentados, la cobertura (cobertura vegetal, cuerpos de agua) será el principal instrumento para medir su estado y grado de transformación. (IAVH, IGAC, 2006)

Las actividades necesarias a llevar a cabo para el estudio de la cobertura y uso de las tierras son las siguientes:

- Determinación de las coberturas de la tierra (Corine Land Cover) y uso de la tierra en la cuenca a escala 1:25.000.

Para el estudio de la cobertura de la tierra se seguirá la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, a escala 1:100.000. La leyenda a utilizar será la publicada por el IDEAM (2010b) para la escala 1:100.000 por considerar que los niveles de cada uno de los tipos de unidades están acordes incluso para el nivel de detalle de la escala 1:25.000 (territorios artificializados, 4 niveles; territorios agrícolas, 4 niveles, donde incluso el último identifica los cultivos; bosques y áreas seminaturales con cinco niveles; áreas húmedas con tres niveles, y superficies de agua con cuatro niveles).

Para el estudio de la cobertura de la tierra a escala 1:25.000 se pueden utilizar imágenes de satélite de alta resolución espacial y las fotografías aéreas. Entidades del nivel oficial que han realizado estudios de la cobertura de la tierra recientemente a escala 1:10.000 han utilizado las fotografías digitales de la cámara UltraCam de la más avanzada tecnología tomadas por el IGAC.

Los términos cobertura de la tierra y usos de la tierra son diferentes, la cobertura de la tierra ya fue definida al inicio de este numeral; el uso de la tierra se define como el conjunto de actividades provenientes de la intervención humana, cíclica o permanente, sobre los recursos que hacen parte de la misma, con el fin de satisfacer sus necesidades (IGAC, 2002), en otras palabras el uso que la población da a los diferentes tipos de coberturas.

Para el estudio del uso de la tierra se utilizará como base la cartografía y leyenda de la cobertura de la tierra obtenida como se indicó anteriormente; se anexará una columna donde se incluirá la identificación del uso actual o usos (generalmente es más de uno) que se dan a esas coberturas con base en el reconocimiento de campo. Se propone que la verificación de campo para tipos de coberturas sea la misma que brinde información para definir el uso actual de las tierras. En el anexo 2: Evaluaciones Ecológicas Rápidas se presenta la leyenda de usos de la tierra del IGAC para facilitar la identificación de estos.

- Análisis multitemporal de cobertura de la tierra

Con el objeto de medir la pérdida o recuperación de los diferentes tipos de cobertura vegetal con relación al tiempo en años, se utilizará la capa de cobertura actual de la tierra generada con la metodología anteriormente



referenciada; se identificará cartografía de una época anterior relativa al tema, en lo posible de 10 años atrás o más, a la cual es necesario homologar la leyenda con la de Corine Land Cover para efectos de su comparación.

El análisis multitemporal se realizará a través del indicador *tasa de cambio* como se describe adelante.

- Caracterización espacial de la vegetación natural relictual en la cuenca.

Los diferentes tipos de coberturas de vegetación natural, terrestre y acuática, se caracterizarán a través del cálculo de los indicadores: vegetación remanente en porcentaje (Márquez, 2000) e índice de fragmentación de Steenmans y Pinborg (2000).

- Cálculo de la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales.

Se realizará con base en el cálculo del indicador *presión demográfica* por municipio o por área geográfica censal, con los resultados de éste se puede construir cartografía relativa a este indicador que se superpone con el mapa de coberturas de la tierra, para realizar el análisis de la presión demográfica por tipo de cobertura.

- Cálculo y análisis del índice de ambiente crítico

Es un índice que combina el indicador de vegetación remanente (IVR) con el índice de presión demográfica (IPD), de donde resulta un índice de estado/presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional.

- Cálculo del índice de estado actual de las coberturas naturales

Con los indicadores de vegetación remanente, tasa de cambio, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico, se califica a manera de síntesis el índice de estado actual de las coberturas naturales.

La descripción de los anteriores indicadores e índices y forma de cálculo se encuentran en el anexo 1: *Indicadores de línea base* de este documento a manera de hojas metodológicas.

- Protección de las cuencas abastecedoras

Se requiere revisar el porcentaje en hectáreas de bosque presentes en estas cuencas y el porcentaje de hectáreas de zonas de reforestación, recuperación y preservación asociadas a cuencas abastecedoras de los acueductos. Estos resultados, permiten evaluar las áreas en recuperación y de bosque presentes en el área de influencia de las cuencas abastecedoras de acueductos municipales y/o rurales. Información que se construye con los inventarios realizados por las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, relacionados con este aspecto como también la información evaluada en el componente biótico.

#### 2.2.12 Caracterización de vegetación y flora

A partir de inventarios existentes de la flora tanto terrestre como acuática, consulta de la base de datos del Instituto de Investigación Alexander von Humboldt y mediante la metodología de evaluación ecológica rápida (EER), TNC (2002) (ver parte del resumen en el *Anexo 2* de este documento) se realizará la identificación en áreas escasamente intervenidas o relictuales que se consideren de importancia para la conservación y restauración de los ecosistemas.

Una vez realizado el inventario se identificarán las especies que se encuentran en algún grado de amenaza, endémicas, o en peligro de extinción.

La vegetación del área de interés puede ser descrita también con base en consulta bibliográfica o ser redactada de manera paralela con base en el muestreo de evaluación ecológica rápida.

#### 2.2.13 Caracterización de la fauna

Se realizará una caracterización de la fauna terrestre e íctica a partir de la información secundaria disponible, a los aportes de los actores sociales a través de la aplicación de encuestas, del avistamiento y de manera muy importante de la observación realizada de manera paralela a la realización de los inventarios de flora en las

parcelas definidas. En áreas donde es deficiente la información secundaria se propone realizar muestreos con base en la metodología de evaluación ecológica rápida, TNC (2002).

Una vez realizada la caracterización se identificarán las especies que se encuentran en algún grado de amenaza, endémicas o de importante valor económico, social, cultural y ecológico.

#### 2.2.14 Identificación de áreas y ecosistemas estratégicos

Se identificarán las áreas prioritarias de importancia estratégica para la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos los cuales se caracterizan por mantener la base natural, la cual soporta y garantiza la funcionalidad ecosistémica de la cuenca y la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de la población. Se definirán así las áreas estratégicas que contribuyen a este propósito:

- Áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas, públicas o privadas.
- Áreas complementarias para la conservación:
  1. De distinción internacional (sitios Ramsar (de la lista Ramsar de humedales de importancia internacional), reservas de Biosfera, AICAS (áreas de importancia para la conservación de aves) , patrimonio de la humanidad, entre otros)
  2. Otras áreas de distinción nacional (zonas de reserva forestal de la Ley 2<sup>da</sup> de 1959, otras áreas regionales que no hacen parte del SINAP, metropolitanas, departamentales, distritales y municipales),
  3. Suelos de protección que hacen parte de los planes y esquemas de ordenamiento territorial debidamente adoptados.
- Áreas de importancia ambiental:
  1. Ecosistemas estratégicos (páramos, humedales, manglares, bosque seco, entre otros).
  2. Otras áreas identificadas de interés para conservación de la cuenca.

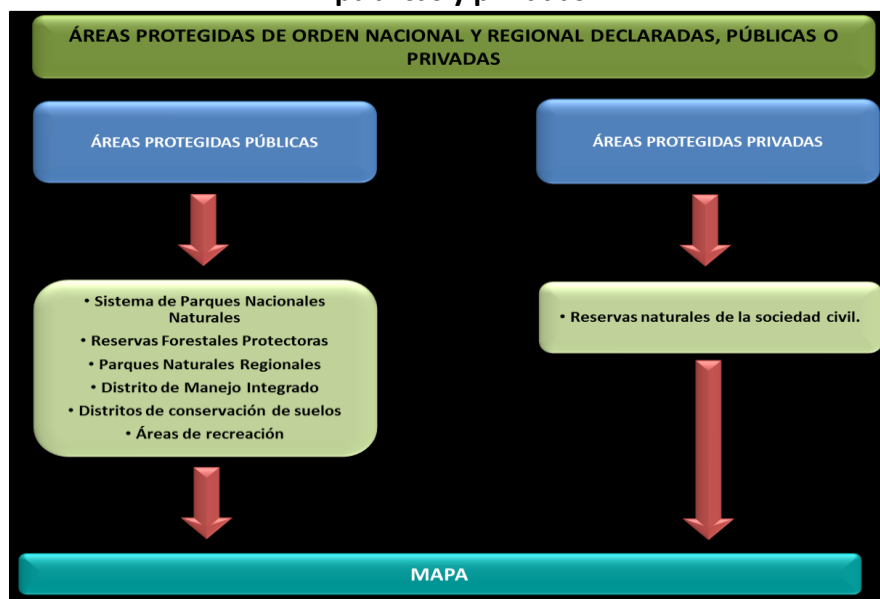
- Áreas de reglamentación especial (territorios étnicos y áreas de patrimonio cultural e interés arqueológico).

#### 2.2.14.1 Áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas, públicas o privadas.

Por área protegida se entiende un área definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada con el fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Decreto 2372 de 2010). (Figura 1)

Este nivel está conformado por las áreas descritas en el Decreto 2372 de 2010, y consta de áreas protegidas públicas, áreas protegidas privadas como aparecen en la figura 1 y deben ser representadas cartográficamente dentro de la cuenca objeto de estudio.

**Figura 1. Áreas protegidas de orden nacional y regional declaradas públicas y privadas**

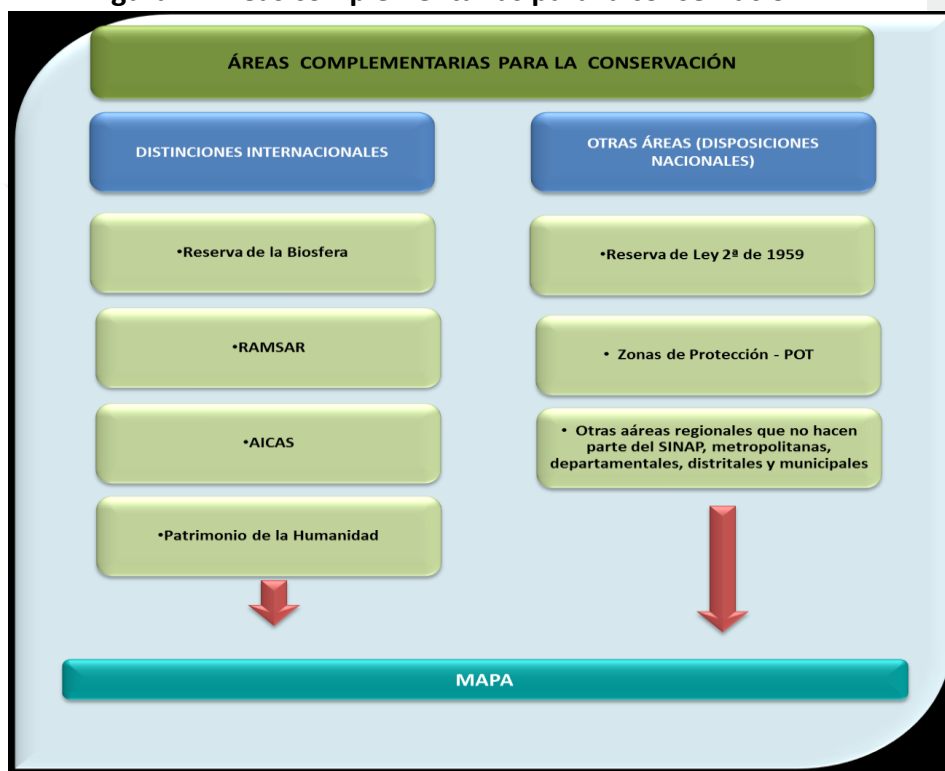


Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

### 2.2.14.2 Áreas complementarias para la conservación

Las áreas a evaluar en este grupo son aquellas que presentan una figura de protección o conservación no incluida en las áreas definidas en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, entre las cuales se pueden citar las señaladas en la siguiente figura (figura 2):

**Figura 2. Áreas complementarias para la conservación**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

- De distinción internacional

Las distinciones internacionales tales como: Sitios Ramsar, Reservas de Biósfera, AICAS y Patrimonio de la Humanidad, entre otras.

- De disposiciones Nacionales

Corresponde a las áreas con categorías de protección y manejo de los recursos naturales renovables reguladas por la Ley 2 de 1959. También se incluyen otras áreas regionales para la conservación que no hacen parte del SINAP, metropolitanas, departamentales, distritales y municipales.

- Suelos de protección de los planes de ordenamiento territorial

Zonas y áreas de terrenos localizados dentro de cualesquiera de las clases de suelo de que trata la Ley 388 de 1997 y que tienen restringida la posibilidad de urbanizarse debido a la importancia estratégica para la designación o ampliación de áreas protegidas públicas o privadas, que permitan la preservación, restauración o uso sostenible de la biodiversidad, de importancia municipal, regional o nacional. Si bien los suelos de protección no son categorías de manejo de áreas protegidas, pueden aportar al cumplimiento de los objetivos específicos de conservación.

Estas áreas deben ser representadas y delimitadas cartográficamente, así como descritas sus respectivas características.

#### 2.2.14.3 Áreas de importancia ambiental

Incluye las áreas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la normativa vigente como:



- Los ecosistemas estratégicos que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país. Estos ecosistemas se caracterizan por mantener el equilibrio y los procesos ecológicos básicos tales como la regulación del clima, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos; así como la conservación de la biodiversidad.

De acuerdo con sus funciones, y teniendo como referencia la biodiversidad y los bienes y servicios ecosistémicos que prestan, los ecosistemas de mayor importancia para el país definidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible son los siguientes: páramos, humedales, manglares, nacimientos de agua, zonas de recarga, zonas secas, entre otros.

- Otras áreas identificadas como de interés para conservación en la cuenca.

Como resultado del análisis del estado actual de las coberturas naturales de la tierra, las áreas de importancia estratégica para conservación del recurso hídrico para surtir de agua los acueductos municipales y distritales, áreas con especies endémicas y en peligro de extinción, entre otras.

A nivel de cuenca, se delimitarán y describirán estos y todos aquellos ecosistemas y áreas de importancia ambiental estratégica para la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (bosques húmedos, bosque andino, robledales, entre otros).

Como apoyo al análisis se calculan los indicadores: porcentaje de áreas (Has) de áreas protegidas del SINAP, y el porcentaje de áreas (Has) complementarias para la conservación con otra estrategia de conservación del nivel regional y local y, porcentaje de áreas (Has) de ecosistemas estratégicos presentes y otras áreas de importancia ambiental.

#### 2.2.14.4 Áreas de reglamentación especial

Las áreas de reglamentación especial incluyen los territorios étnicos y áreas de patrimonio cultural e interés arqueológico.

Como territorios étnicos se identifican los territorios colectivos de comunidades negras, resguardos y reservas indígenas, que cuentan con titulación, o se encuentran en el proceso de adquirirla.

El Patrimonio Cultural de la Nación (Ley 1185 de 2008) está constituido entre otros, por todos los bienes materiales, las manifestaciones inmateriales, los productos y las representaciones de la cultura que son expresión de la nacionalidad colombiana..

El patrimonio arqueológico, según Ley 1185 de 2008, comprende aquellos vestigios producto de la actividad humana y aquellos restos orgánicos e inorgánicos que, mediante los métodos y técnicas propios de la arqueología y otras ciencias afines, permiten reconstruir y dar a conocer los orígenes y las trayectorias socioculturales pasadas y garantizan su conservación y restauración.

## **2.3 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL DE LA CUENCA**

La caracterización socioeconómica y cultural debe permitir analizar y comprender las formas en que el ser humano se relaciona con la naturaleza, y a su vez cómo estas se expresan e influyen en la transformación del territorio. De esta manera, se hace necesario conocer las condiciones de vida de los territorios que están alrededor de la cuenca, las dinámicas poblacionales, las dinámicas de ocupación del territorio, las actividades económicas que se desarrollan y los aspectos culturales, con el fin de analizar si las interacciones entre estos se desarrollan de manera armonizada con el entorno natural y bajo los principios de desarrollo sostenible. En este sentido se deben tener en cuenta los siguientes aspectos para la caracterización socioeconómica y cultural.

### **2.3.1 Sistema social**

La caracterización de las condiciones sociales se realizará a través del análisis de los siguientes aspectos:

- Dinámica poblacional

La dinámica poblacional permite dar una primera aproximación de las relaciones de la sociedad con el territorio y los recursos naturales que la sustentan. Es definida como el conjunto de interacciones entre la dinámica demográfica y las dinámicas ambiental, social, económica, cultural y política, que conlleva a transformaciones tanto en la dinámica demográfica (tamaño, crecimiento, distribución territorial y migraciones) como en las condiciones socioeconómicas y ambientales de un territorio (Fondo de Población de las Naciones Unidas . Colombia, 2010); influyendo en el desarrollo y sostenibilidad de la cuenca hidrográfica objeto de ordenación, derivándose de estas, presiones sobre la oferta ambiental.

En la dinámica poblacional se debe determinar la población rural y urbana actual en la cuenca objeto de ordenación: tasas de crecimiento poblacional, identificación de la estructura y composición de la población en edades y género, morbilidad, mortalidad, fecundidad, esperanza de vida, análisis de la densidad poblacional (dispersión y concentración), población en edad de trabajar, económicamente activa, en edad adulta, adulta mayor, joven, en edad escolar; así como las migraciones o desplazamientos.

- Dinámicas de apropiación y ocupación del territorio

Se deben identificar y analizar los patrones históricos en el proceso de ocupación del territorio (formas de adaptación y apropiación del espacio), las principales causas, las tendencias de uso, la transformación del territorio derivado de la ocupación y si éste se ha desarrollado bajo modelos de ocupación territorial o de manera espontánea.

- Servicios sociales básicos

Dada la estrecha relación entre población y desarrollo, se desprende la necesidad de establecer la capacidad de producción de servicios sociales básicos con el propósito de brindar bienestar social a la población (DANE, 2009). Bajo esta perspectiva los servicios sociales buscan dar respuesta a situaciones, necesidades o problemas sociales que requieren ser atendidas de manera específica, y para ello requiere de la existencia de equipamientos y tecnologías que los posibiliten. En la ordenación de la cuenca, el análisis de los servicios sociales básicos además de tener en cuenta aspectos como la cobertura, déficit, calidad y accesibilidad a los

mismos, deben ser vistos a la luz de una perspectiva ambiental. Esto significa saber si estos actualmente permiten o condicionan, el desarrollo sostenible de los territorios que comprende la cuenca hidrográfica.

A continuación se mencionan los servicios básicos a analizar:

- Educación: capacidad del servicio, tipo de educación, infraestructura y estructura, programas (identificar si en estos se tiene incluida la formación para el cuidado sobre el medio ambiente), grado de escolaridad, analfabetismo, deserción, nivel educativo de la población por sexo y rangos de edad.
- Salud: cobertura, población vinculada a SISBEN - Sistema de Identificación y Clasificación de Potenciales Beneficiarios para Programas Sociales y POS- Plan Obligatorio de Salud, condiciones de morbilidad y mortalidad (especial énfasis en los relacionados con la contaminación ambiental), grado de nutrición, infraestructura para el servicio de salud (hospitales de I, II y III nivel, centros de atención inmediata (CAMI), entre otros), personal, programas de salud pública referidos a la promoción de entornos saludables.
- Vivienda: número de viviendas, distribución, estado de la vivienda (tipo de construcción, materiales predominantes), tipo de vivienda, calidad de servicios públicos, condiciones sanitarias de la vivienda, (abastecimiento de agua potable y con sistema técnico de eliminación de excretas), porcentaje de hogares en hacinamiento, porcentaje de hogares que utilizan leña, carbón o desechos para cocinar, porcentaje de hogares expuestos a focos de contaminación.
- Recreación: equipamientos para recreación activa y pasiva (dar especial énfasis a aquellos de importancia ecológica), cobertura, accesibilidad formación física, prácticas deportivas predominantes.
- Comunitarios: identificar equipamientos que prestan servicios comunitarios, tales como salones comunales, hogares para adultos mayores, jardines, centros de atención integral para menores en alto riesgo, su cobertura e infraestructura.
- Servicios públicos: realizar un análisis en el que se identifiquen los equipamientos, sus características, cobertura, déficit, calidad en la prestación del servicio, teniendo en cuenta sus efectos socio ambientales. Los servicios a tener en cuenta son: acueductos municipales y veredales (acceso a agua

potable y usuarios) alcantarillado, sitios de disposición final de residuos sólidos y sistemas de aguas residuales y electrificación.

Dentro esta actividad se deberá evaluar el acceso al agua por acueducto mediante la cuantificación de las personas, expresada en porcentaje de la población que puede obtener agua con razonable facilidad, purificarla y distribuirla; en las zonas urbanas el acceso "razonable" significa que existe una fuente pública o una acometida a menos de 200 metros del hogar. En las zonas rurales significa que los integrantes del hogar no tienen que pasar demasiado tiempo todos los días yendo a buscar agua. El agua es potable o no dependiendo de la cantidad de bacterias que contenga.

- Medios de comunicación comunitarios: identificar los medios de comunicación comunitarios presentes en los territorios de la cuenca sean estos periódicos, programas radiales o televisivos, su cobertura y los programas que en estos se presentan, dar especial énfasis a los de tipo ambiental.
- Tamaño predial asociado a presión demográfica

El análisis se debe hacer en términos de la afectación de la oferta ambiental de la cuenca, identificando en primera instancia el tamaño de los predios y la distribución predial y su relación con la presión demográfica y los tipos de actividades económicas que se desarrollan en los territorios aledaños a la cuenca. Para hacer el análisis, se debe tener en cuenta la información catastral existente, identificando los tipos de tenencia de la tierra (privada, pública, aparcería, arriendo) y su distribución municipal y veredal por el tamaño de los predios por área (Menor de 1 Ha, 1 a 5 Has, 5 a 20 Has, 20 a 50 Has, 50 a 100 Has y mayor de 100 Has); así como la información censal del DANE sobre la población actual e información secundaria sobre las actividades económicas que se realizan actualmente en la cuenca.

Si los predios son pequeños y la presión demográfica es alta se define una alta presión demográfica en el territorio; para este análisis es necesario construir una matriz cruzando los resultados de tamaño de predios con la presión demográfica resultante.

- Pobreza y desigualdad

La pobreza y la desigualdad son situaciones socialmente problemáticas, que devienen de la dificultad de armonizar el desarrollo humano, con las dinámicas económicas, políticas y del medio ambiente; estas situaciones se ven reflejadas en la dificultad de sectores de la población para acceder a bienes y servicios, que posibiliten la consecución de proyectos de vida, y en sí, de llevar una vida digna. Para poder visualizar este aspecto en las cuencas, se puede acudir a datos secundarios generados por el DANE o a los diagnósticos departamentales y municipales, sobre las necesidades básicas insatisfechas (NBI), y hacer análisis de cada una de las variables que lo comprende: porcentaje de personas que viven en viviendas inadecuadas, personas que viven en viviendas con servicios inadecuados, personas que viven en viviendas con hacinamiento crítico, personas en hogares con inasistencia escolar, personas en hogares con alta dependencia económica, porcentaje de hogares con NBI y % hogares que presentan más de dos NBI.

De la misma manera revisar y analizar a partir de datos secundarios, la línea de indigencia, los cuales permiten ver qué porcentaje de la población no cuenta con ingresos suficientes para satisfacer las necesidades nutricionales de la familia.

- Seguridad alimentaria

Según el Consejo Nacional de Política Económica y Social -CONPES, la seguridad alimentaria se refiere a la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa. Bajo esta perspectiva, en la cuenca se deberá describir la situación actual de la seguridad alimentaria teniendo en cuenta aspectos como: niveles de desnutrición, acceso a los alimentos, abastecimiento alimenticio (localización de lugares que permiten el intercambio y o abastecimiento de alimentos de un lugar a otro), localización o identificación de lugares en los que se realizan prácticas agrícolas sostenibles (amables con el ambiente), existencia de infraestructura en los territorios para el abastecimiento. Además se debe determinar a partir del indicador de seguridad alimentaria si ésta es muy alta, alta, media, moderada o baja, teniendo en cuenta las siguientes variables: productos de la canasta básica alimentaria por el total de productos de la canasta básica alimentaria.



- Seguridad y convivencia

Describir y analizar los problemas de las unidades territoriales que se encuentran alrededor de la cuenca relacionados con la seguridad y la convivencia, teniendo en cuenta las tasas de homicidio, la delincuencia común y organizada, problemas de orden público, eventos de conflicto armado, número de víctimas del conflicto, denuncias de violencia de género, de pareja y contra población infantil. Así mismo identificar junto con los actores sociales, las percepciones sobre la seguridad de los territorios y las topofobias (permite identificar los lugares que desde el imaginario y la recordación de los actores son peligrosos o se constituyen en una amenaza para su vida, presentándose como una condicionante para el acceso a los mismos).

Para el análisis de las anteriores variables, en el anexo 1 se presentan algunos indicadores relacionados con la densidad poblacional, tasa de crecimiento, seguridad alimentaria y línea de indigencia.

### 2.3.2 Sistema cultural

Colombia es concebida constitucionalmente como un territorio multicultural y multiétnico; pese a que existe una división geográfica por regiones claramente definida, los territorios que las conforman, ponen de manifiesto la existencia de un legado cultural que se expresa en diversas cosmovisiones, prácticas e identidades. En la ordenación de cuencas, es necesario visibilizar estas particularidades a través de la descripción de los siguientes aspectos: tradiciones (valores creencias, costumbres), formas de expresión artística, mitos, gastronomía de los territorios que hacen parte de la cuenca, identificar la prácticas culturales que contribuyen a la sostenibilidad de la cuenca y las que van en detrimento de ella. En caso que existan grupos étnicos, además de describir los aspectos anteriores, debe incluir los siguientes: planes de vida, la organización política de los grupos étnicos, territorios o resguardos titulados y extensión.

Identificación de sitios de interés cultural y arqueológico, su significado e importancia dentro de la ordenación de la cuenca: identificación de sitios de interés cultural y arqueológico: relacionar aquellos bienes que poseen un especial interés histórico, artístico, estético, plástico, arquitectónico, urbano, ambiental, ecológico, museológico, antropológico y arqueológico en la cuenca. (Título II, artículo 4, Ley 397 de 1997).

Como lo establece la Ley 1185 de 2008, el patrimonio arqueológico también hace parte del sistema cultural.

### 2.3.3 Sistema económico

Se deben realizar la caracterización y análisis de la producción de bienes y servicios que configuran la base del desarrollo, diferenciándolos en sectores primarios, secundarios, terciarios y de sustento territorial, los cuales pueden afectar la capacidad del patrimonio natural como fuente de recursos; así como los conflictos y potencialidades que se puedan derivar en el uso de la tierra por parte de estas actividades. El análisis del sistema económico debe realizarse teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Caracterización y análisis de sectores económicos

Caracterizar y agrupar las principales actividades de producción económica, discriminando la participación de la población por cada una, determinando los principales problemas ambientales asociados a cada actividad, asociando los consumos en recursos naturales por cada actividad y vislumbrando las potencialidades de cada sector de acuerdo a las fortalezas ofrecidas por el territorio, siempre desde una visión sostenible considerando los horizontes de crecimiento y desarrollo sectoriales y de las actividades económicas como tal, así pues las actividades principales a tener en cuenta son:

- Actividades agropecuarias: se deben considerar las condiciones de los sistemas, superficie sembrada y cosechada, intensidad del sistema de producción (agrícola, pecuaria, forestal y las actividades mixtas derivadas), se deben asociar los consumos de recursos naturales por cada actividad y la distribución de la población asociada a ellas y, los porcentajes de representatividad económica con respecto a la cuenca.
- Actividades agroindustriales: se requiere conocer las cualidades y condiciones de las agroindustrias presentes en la cuenca, la distribución de población asociada a estas actividades, los consumos de recursos naturales, así como las cargas contaminantes generadas y los porcentajes de representatividad con respecto a la cuenca.
- Actividades mineras, petroleras o extractivas: el inventario y análisis implica conocer de manera general los tipos de yacimientos, superficie, volumen de reserva, producción, procesos tecnológicos, infraestructura, disposición de desechos y vertimientos y problemas ambientales asociados, así como la

población asociada a estas actividades y el porcentaje de representatividad económica con respecto a la cuenca.

- Analizar los proyectos de hidrocarburos y desarrollo minero que cuenten con licencia ambiental.
- Actividades terciarias o de servicios: en estas actividades se incluyen las turísticas, recreacionales, hoteleras, financieras, educativas, entre otras; el análisis implica la valoración de dichos servicios, la accesibilidad, los flujos y problemas ambientales asociados, así como los consumos de recursos naturales asociados, y la representatividad económica con respecto a la cuenca.
- Actividades energéticas: en caso de encontrarse actividades de este tipo emplazadas en la cuenca, se deben analizar e inventariar para conocer su alcance, productividad y potencialidad, superficie empleada, población asociada a estas actividades, perspectivas de expansión, consumos de recursos naturales, cargas contaminantes asociadas y la representatividad económica con respecto a la cuenca.
- Identificación infraestructura física asociada al desarrollo económico y macroproyectos futuros en la cuenca

Identificación y cartografía de las obras de infraestructura física existentes en la cuenca para el desarrollo de las actividades productivas y domésticas, entre ellas: agropecuaria, agroindustrial, energética, minera, petrolera, turística, vivienda y, servicios, entre otras. El análisis interpretativo de los datos exige considerar para cada una de ellas la población beneficiada, déficit, calidad y problemas ambientales; también se deberán identificar los macroproyectos que se pretenden desarrollar en el futuro en la cuenca en ordenación.

- Accesibilidad

Mediante el análisis de la infraestructura de comunicaciones se deben establecer las condiciones de accesibilidad vial, fluvial, aérea y férrea, principal y secundaria, a través de un inventario y análisis que comprenda: características, disponibilidad, funcionalidad y problemas socio ambientales asociados a ellas.

En el análisis del sistema vial se deben contemplar la infraestructura del sistema basado principalmente en información oficial existente generada por la autoridad competente, además se debe caracterizar y analizar la estructura jerárquica funcional del sistema de transporte, integrando rutas principales y secundarias, empresas prestadoras, población asociada a la actividad, emplazamiento de las actividades principales, análisis de información secundaria de aforos de transporte de carga y pasajeros al interior de la cuenca y con las regiones adyacentes principales, problemáticas presentes en la cuenca asociadas al transporte, evidenciando las dificultades de accesibilidad en las subregiones de la cuenca.

## **2.4 CARACTERIZACIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA**

Realizar la caracterización de la oferta institucional en materia ambiental presente en la cuenca en ordenación y descripción de las iniciativas y proyectos adelantados, organización ciudadana, instrumentos de planificación y administración de los recursos naturales renovables definidos o implementados en la cuenca.

### **2.4.1 Oferta institucional**

Identificar, describir las principales instituciones de nivel nacional, departamental, regional y local que ejercen funciones administrativas en materia ambiental (Corporaciones Autónomas regionales y de Desarrollo Sostenible, Autoridades Ambientales urbanas, Áreas Metropolitanas, Parques Nacionales); identificar la infraestructura existente para el desarrollo de sus funciones y la prestación de los servicios.

Igualmente, se debe describir y analizar la forma en que las entidades territoriales intervienen en el ámbito ambiental, esto implica ver cómo está incluida dentro de los planes de desarrollo, la intervención de éste mediante la implementación de políticas, instrumentos de planeación que contribuyen a una buena gestión ambiental en la cuenca y administración de los recursos naturales, articulación o alianzas con otros municipios frente al manejo, administración y gestión de recursos compartidos.

Así mismo se debe revisar qué estrategias han implementado las entidades territoriales para realizar procesos de educación ambiental, inclusión de la población en la solución de los problemas y los escenarios generados para que la ciudadanía participe, identificar si se han aplicado mecanismos o si estos han mediado en la resolución de conflictos ambientales, en los que se vean afectados intereses de la población de su jurisdicción.

#### 2.4.2 Organización ciudadana

Identificar y describir las iniciativas y proyectos que las instancias participativas u organizaciones han elaborado en torno a la sostenibilidad de los recursos naturales presentes en la cuenca e identificar las oportunidades o limitantes que han tenido para su ejecución.

#### 2.4.3 Instrumentos de planificación y administración de recursos naturales definidos o implementados en la cuenca

Tomando como base el inventario de instrumentos de planificación y administración definidos o implementados por las autoridades ambientales presentes en la cuenca, se deberá realizar una descripción y un análisis de los mismos con perspectiva de articulación al ordenamiento y manejo de la cuenca. Dentro de los instrumentos de planificación y administración de los recursos naturales, como mínimo, de acuerdo a las particularidades de cada cuenca se deberán considerar los siguientes:

- Planes de manejo del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales.
- Planes estratégicos de macrocuencas.
- Zonificación ambiental de las reservas de Ley 2ª de 1959.
- Planes de manejo de humedales.
- Planes de manejo de páramos.
- Planes de manejo bosques secos.
- Planes de manejo ambiental de acuíferos
- Plan de ordenación y manejo integrado de las unidades ambientales costeras
- Planes de manejo de áreas protegidas regionales.

- Planes de manejo integral de manglares.
- Planes de ordenamiento forestal.
- Planes de ordenamiento del recurso hídrico.
- Reglamentación del usos de agua y de vertimientos
- Planes de ahorro y uso eficiente de aguas
- Sistemas de información y registros de permisos y concesiones (recurso hídrico, forestal, sustancias peligrosas, entre otros)

Como resultado del análisis se deben indicar, entre otros aspectos, los referidos al cumplimiento de dichos instrumentos respecto a las normas que los definen, grado de incidencia en términos espaciales dentro de la cuenca, y la eficiencia y eficacia en su aplicación.

En la fase de diagnóstico se deberán considerar los instrumentos sectoriales de planificación, con el fin de prever la demanda de recursos naturales renovables de la cuenca, los impactos potenciales sobre los mismos, los ecosistemas y la biodiversidad.

## **2.5 CARACTERIZACIÓN FUNCIONAL DE LA CUENCA**

Para el análisis funcional de la cuenca, se identificarán en primer lugar el nivel jerárquico de los asentamientos urbanos, las relaciones urbano-rurales y urbano-regionales; con el fin de identificar las unidades de funcionamiento espacial, describiendo cómo se articula y se moviliza la población, en función de satisfacer sus necesidades en cuanto a bienes y servicios. En tal sentido en el análisis se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Clasificación asentamientos urbanos:

Las áreas de asentamientos urbanos se clasificarán de acuerdo con la jerarquización funcional de la Red Urbana Nacional, realizada por Rondinelli (1988) en el cual se ordenaron los centros urbanos del país, de acuerdo con los servicios presentes de cada centro poblado.



- Análisis de la gestión ambiental urbana:

La Política de Gestión Ambiental Urbana (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008), plantea que la “gestión de las ciudades sostenibles requiere la acción planificada, coordinada, concurrente y subsidiaria de las autoridades ambientales, sectoriales y territoriales que tienen relación con el centro urbano, para que cada una, dentro de su ámbito de acción, pueda garantizar su planificación armónica e integral, con miras a asegurar la adecuada interacción del centro urbano con la región que lo alberga y de la región con el centro urbano”.

Así mismo, la Política de Gestión Ambiental Urbana define que: “en términos ambientales, debe considerarse que la gestión de los recursos naturales renovables y los problemas ambientales, no debe entenderse como los procesos e interacciones que se suceden exclusivamente en el perímetro urbano, puesto que los efectos e impactos ambientales generalmente trascienden dicho perímetro. Se hace necesario entonces, que la gestión ambiental urbana aborde los problemas propios que se suceden al interior del perímetro urbano y sus efectos sobre la región o regiones vecinas”.

En la gestión ambiental urbana se analizará la demanda de los servicios ecosistémicos con respecto a la oferta de los recursos naturales e identificación de los problemas ambientales urbanos y sus efectos en la cuenca.

### 2.5.1 Relaciones urbano – rurales y regionales en la cuenca

En el desarrollo de este tema se deberán describir las principales relaciones y vínculos urbano – rurales y regionales al interior de la cuenca, con especial énfasis en la dependencia de recursos naturales y su impacto en la cuenca desde el enfoque del recurso hídrico y el saneamiento ambiental.

El establecimiento de las unidades de relaciones espacio funcionales permite conocer la condición de equilibrio o desequilibrio de la estructura espacial del sistema urbano, y a partir de allí tomar medidas para que los centros poblados y territorios asociados que integran la región cuenten con las mismas oportunidades para el desarrollo y puedan ser complementarios o subsidiarios por acuerdo y por planificación en funciones

administrativas, comerciales, industriales, de servicios, comunicaciones y transporte, en los avances científicos y en la implementación tecnológica para el desarrollo, entre otros.

La temática descrita deberá abordarse bajo un enfoque integral que determine las necesidades y demandas de recursos naturales por los sistemas urbanos, en términos de servicios de aprovisionamiento (agua, alimentos, madera, entre otros) de regulación (clima, condiciones de amenaza, procesos erosivos, calidad del agua) y culturales (demandas de recreación, educativas y de paisaje), así como sus principales impactos por el aprovechamiento de estos recursos y los efectos sobre la contaminación, especialmente los referidos a las descargas de residuos líquidos y disposición de los sólidos al interior de la cuenca. Dichas demandas e impactos se deben describir en el contexto actual y futuro para los diferentes referentes urbanos dentro de la cuenca.

Dentro de dicho análisis, se deberá particularizar el flujo de aprovisionamiento referido al recurso hídrico cuando éste es suministrado por cuencas y/o ecosistemas adyacentes, con el fin de determinar los efectos sobre los ecosistemas hídricos de la cuenca.

#### 2.5.1.1 Relaciones socioeconómicas y administrativas en la cuenca

Para identificar las relaciones socioeconómicas que se dan al interior de la cuenca (empleo, servicios, recreación, negocios, entre otras); así como las dinámicas de movilización de la población en función de satisfacer necesidades en cuanto a bienes y servicios, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Competitividad:

Contemplar la contribución de cada una de las ciudades y municipios que conforman la región al producto interno bruto (PIB), el aporte al PIB por sector productivo, para identificar cuáles actividades se realizan con mayor preponderancia y generan más o menores ingresos; localización de la infraestructura donde se desarrollan las actividades productivas, superficies utilizadas para la producción; así como la cantidad de empleos generados por los sectores económicos presentes, el balance de consumo vs. exportaciones e importaciones de productos de la cuenca, la dinámica empresarial al interior de la cuenca. Todos estos

aspectos deben analizarse a luz de cómo garantizan el desarrollo del territorio y a su vez de si están garantizando la sostenibilidad de los recursos existentes en la región.

- Transporte y accesibilidad:

Identificación de: vías primarias y secundarias, líneas férreas, vías fluviales, densidad vial; principales corredores que conectan la región y la movilidad de la población en función de la satisfacción de sus necesidades en cuanto a bienes y servicios .

#### 2.5.1.2 Capacidad de soporte ambiental de la región

Determinar las necesidades y demandas de recursos naturales por los sistemas urbanos, en términos de servicios de aprovisionamiento (agua, alimentos, madera, entre otros) de regulación (clima, condiciones de amenaza, procesos erosivos, calidad del agua) y culturales (demandas de recreación, educativas y de paisaje), así como sus principales impactos por el aprovechamiento de estos recursos y los efectos sobre la contaminación, especialmente los referidos a las descargas de residuos líquidos y disposición de los sólidos al interior de la cuenca. Dichas de mandas e impactos se deben describir en el contexto actual y futuro para los diferentes referentes urbanos dentro de la cuenca.

Cada una de los aspectos mencionados debe analizarse de manera comparativa entre la ciudad y la región o subregiones próximas, para así identificar los niveles de dependencia, complementariedad y los polos y sub-polos de desarrollo.

Para desarrollar el análisis se pueden consultar metodologías en informes como el de “Enfoques sobre algunas teorías referentes al desarrollo regional”, por Cubides, 2006 o en “Modelos de desarrollo regional” por Moncallo, 2002 de la Universidad del País Vasco.

## 2.6 GESTIÓN DEL RIESGO

La caracterización de la gestión del riesgo en la fase de diagnóstico, debe identificar y evaluar las amenazas, el análisis de la vulnerabilidad y de riesgos de origen natural, que se pueden presentar en la cuenca, su comportamiento espacio-temporal, la evaluación de su afectación a la estructura físico-biótica, y socioeconómica determinando sus implicaciones o condicionamientos del uso de la tierra. El detalle de las actividades para determinar los tres aspectos mencionados, se puede consultar en el Anexo B: *Diagnóstico*, de la Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.

## 3 ANÁLISIS SITUACIONAL

Teniendo como insumo los resultados de la caracterización de la cuenca en sus diferentes componentes se consolida el análisis situacional, con la identificación de las potencialidades, las limitantes, condicionamientos y el análisis de los conflictos por uso y manejo de los recursos naturales del territorio de la cuenca hidrográfica.

### 3.1 ANÁLISIS DE POTENCIALIDADES

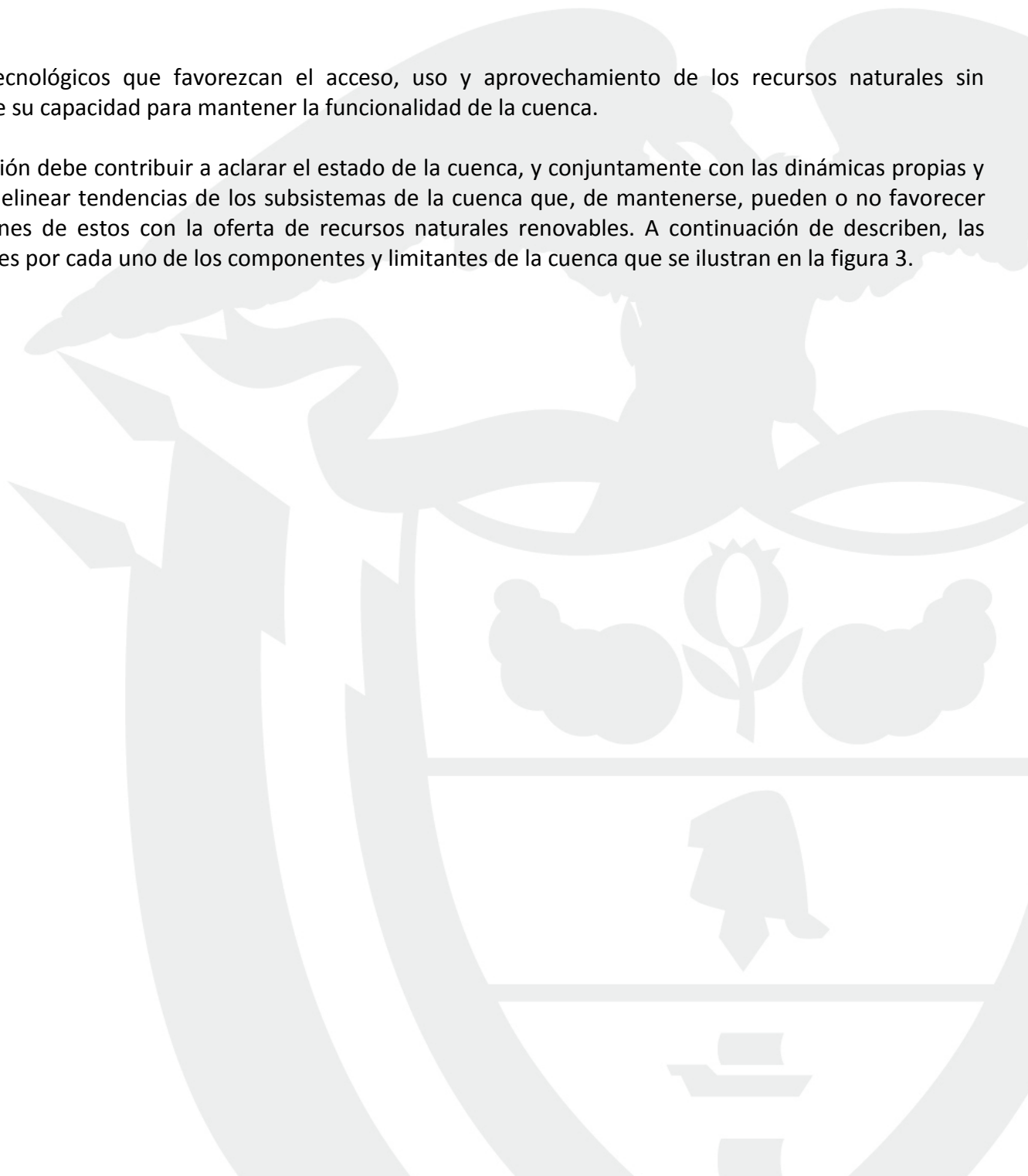
Las potencialidades de los territorios son “los capitales y recursos naturales, humanos, sociales, económicos y de infraestructura ya sean utilizados o no utilizados” (modificado de Minagricultura, 2012).

La cuenca está integrada principalmente por sus recursos y los usuarios de ellos, la valoración de los recursos expresa la potencialidad de oportunidades, pero fundamentalmente define los límites o niveles de intervención (soporte) sobre el medio biofísico. La oferta de recursos, su calidad y distribución determinan las posibilidades de desarrollo sostenible de las poblaciones humanas.

Las potencialidades se refieren a condiciones inherentes a la cuenca y su entorno, las cuales con algún manejo son opciones que favorecen el desarrollo sostenible de la misma. Esto demanda capacidad institucional, sectorial y de las organizaciones de base para innovar y ser capaces de aprovechar los cambios del entorno, así como las fortalezas de los subsistemas de la cuenca para lograr cambios de comportamiento en los actores, y

desarrollos tecnológicos que favorezcan el acceso, uso y aprovechamiento de los recursos naturales sin detrimento de su capacidad para mantener la funcionalidad de la cuenca.

Esta información debe contribuir a aclarar el estado de la cuenca, y conjuntamente con las dinámicas propias y del entorno delinear tendencias de los subsistemas de la cuenca que, de mantenerse, pueden o no favorecer las interacciones de estos con la oferta de recursos naturales renovables. A continuación se describen, las potencialidades por cada uno de los componentes y limitantes de la cuenca que se ilustran en la figura 3.



**Figura 3. Síntesis de potencialidades y limitantes**

		TE M Á T I C A		
		POTENCIALIDADES	LIMITANTES	
D I A G N Ó S T I C O	COMPONENTE BIOFÍSICO	CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>FERTILIDAD ALTA</li> <li>SUELOS PROFUNDOS</li> <li>PENDIENTES SUAVES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FERTILIDAD MUY BAJA</li> <li>SUELOS SUPERFICIALES</li> <li>PENDIENTES FUERTES</li> </ul>
		HIDROLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> <li>ALTA OFERTA HIDRICA</li> <li>BUENA CALIDAD DEL AGUA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BAJA OFERTA HIDRICA</li> <li>MALA O REGULAR CALIDAD DEL AGUA</li> </ul>
		BIODIVERSIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>ABUNDANCIA DE COBERTURA NATURAL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>COBERTURAS TRANSFORMADAS</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>ALTA BIODIVERSIDAD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PROCESOS DE FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS AVANZADOS</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>ÁREAS PROTEGIDAS</li> <li>MAYOR OFERTA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AUSENCIA DE ÁREAS PROTEGIDAS</li> <li>BAJA OFERTA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS</li> </ul>
	GESTIÓN DEL RIESGO	<ul style="list-style-type: none"> <li>ZONAS CON BAJA AMENAZA POR FENÓMENOS NATURALES Y ANTRÓPICOS</li> <li>ASENTAMIENTOS HUMANOS NO EXPUESTOS AL RIESGO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ZONAS CON ALTA AMENAZA POR FENÓMENOS NATURALES Y ANTRÓPICOS</li> <li>ASENTAMIENTOS HUMANOS EXPUESTOS AL RIESGO</li> </ul>	
	COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	SOCIOECONÓMICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>ACCESO A SERVICIOS SOCIALES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>POBLACIÓN CON NBI Y EN CONDICIONES DE INDIGENCIA</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>ABUNDANTE DISPONIBILIDAD DE RECURSOS NATURALES EN LA CUENCA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BAJA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS NATURALES DE LA CUENCA</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>CONDICIONES ÓPTIMAS DE HABITABILIDAD</li> <li>BUENAS PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DÉFICIT DE ESPACIOS PARA LA HABITABILIDAD</li> <li>PRÁCTICAS PRODUCTIVAS QUE ALTERAN LOS RECURSOS EXISTENTES EN LA CUENCA</li> </ul>
	COMPONENTE POLÍTICO-ADMINISTRATIVO	CULTURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>SENTIDO PERTENENCIA CON LOS RECURSOS EXISTENTE EN LA CUENCA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FALTA DE SENTIDO DE PERTENENCIA Y BAJA CULTURA CIUDADANA</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>CONOCIMIENTO Y VALORES TRADICIONALES FRENTE A LOS RECURSOS NATURALES</li> <li>PRÁCTICAS CULTURALES QUE CONTRIBUYEN A LA SOSTENIBILIDAD DE LA CUENCA</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>BAJA CONSCIENCIA Y FALTA DE CONOCIMIENTO EN LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS</li> <li>PRÁCTICAS CULTURALES QUE AFECTAN A SOSTENIBILIDAD DE LA CUENCA</li> </ul>	
	POLÍTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>PARTICIPACIÓN CIUDADANA ACTIVA Y ORGANIZACIONES SOCIALES FORTALECIDAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BAJA PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y ORGANIZACIONES SOCIALES DEBILITADAS Y DESINTEGRADAS</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>OFERTA INSTUCIONAL AMBIENTAL FORTALECIDA</li> <li>ALTA GOBERNABILIDAD EN LOS ASUNTOS AMBIENTALES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DÉFICIT DE LA OFERTA INSTITUCIONAL</li> <li>BAJA GOBERNABILIDAD EN LOS ASUNTOS AMBIENTALES</li> </ul>	

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

- Sobre la base de la capacidad de uso de los suelos se debe evaluar la proporción de suelos dentro de la cuenca con características de profundidad, fertilidad y pendiente que pueden soportar actividades productivas agropecuarias de manera sostenible.

- La oferta hídrica superficial y subterránea, tomando como base la caracterización hidrológica e hidrogeológica de la cuenca y su potencial para soportar usos múltiples y diferentes a los identificados en la cuenca (agua para acueductos, hidroenergía, riego, navegabilidad, acuicultura, entre otros).

En el componente de biodiversidad, las potencialidades pueden ser referidas a través de la descripción de los servicios ecosistémicos: (a) de aprovisionamiento: referentes a los bienes y productos que se obtienen de los ecosistemas presentes en la cuenca, tales como alimentos, fibras, maderas, leña, agua, suelo, recursos genéticos y demás productos de la biodiversidad; b) servicios de regulación y soporte: referidos a la regulación hídrica, la regulación del clima, el control de la erosión, la conservación del hábitat de las especies, entre otros que le dan soporte a los demás servicios ecosistémicos; c) servicios culturales: Tales como la recreación y el ecoturismo, el conocimiento tradicional, los valores, prácticas y tecnologías amigables con el medio ambiente que han sido desarrolladas por los moradores en la cuenca.

- De manera muy importante, la mayor potencialidad en el componente biótico es contar con coberturas naturales tanto terrestres como acuáticas y a un nivel más detallado con ecosistemas estratégicos con bajo nivel de transformación.

- La capacidad de resiliencia de los ecosistemas presentes en la cuenca para enfrentar situaciones de amenaza natural y antrópica.

- Condiciones generales de seguridad integral para soportar asentamientos humanos en la cuenca, la infraestructura vital o estratégica tomando como base los aspectos anteriormente mencionados.

- La oferta potencial, por el aporte de sedimentos y nutrientes, determinada en los valles aluviales producto de las crecientes y desbordamiento de cauces en ríos donde se presentan eventos de inundación lenta; sucede de igual forma con los abanicos aluviales y valles de ríos y quebradas donde se presentan crecientes súbitas o avenidas torrenciales.



- La oferta potencial de aporte a la fertilidad de los suelos que hacen los depósitos de cenizas de origen volcánico productos de la actividad volcánica en varias cuencas de nuestro territorio.
- En el componente socioeconómico es una potencialidad la valoración de la presencia de comunidades étnicas asociada al conocimiento tradicional sobre el uso sostenible de la biodiversidad y la relación hombre – ambiente – naturaleza así como el desarrollo de tecnologías amigables con el medio ambiente y prácticas culturales que contribuyen a la sostenibilidad del desarrollo en la cuenca.

Esta tipificación y valoración de servicios ecosistémicos es clave para la fase de formulación del POMCA, puesto que brinda elementos sobre las dinámicas que se quieren favorecer, en tanto que define la potencialidad ecológica, hídrica, forestal y agropecuaria de la cuenca.

### **3.2 ANÁLISIS DE LIMITANTES Y CONDICIONAMIENTOS**

En este componente del análisis situacional se deben analizar las limitantes y condicionamientos, no sólo de orden biofísico para el manejo de los ecosistemas en la cuenca, sino además las limitantes y restricciones de índole social y legal que puedan existir para la ocupación del territorio y el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables de acuerdo con los resultados del diagnóstico, tal como se ilustran en la figura 4.

Dentro de las limitantes y restricciones a analizar en la cuenca, como mínimo se deben desarrollar, entre otras las siguientes:

- Áreas con limitaciones en la capacidad productiva de los suelos de acuerdo con su baja fertilidad, poca profundidad y pendientes fuertes, que hacen que su capacidad de soporte no garantice el desarrollo de actividades agropecuarias y asentamientos humanos bajo criterios de sostenibilidad.
- Áreas de la cuenca con déficit y mala calidad del recurso hídrico que limitan y restringen el desarrollo de actividades productivas y asentamientos humanos.
- Áreas expuestas a fenómenos de origen natural o antrópicos, con alta probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos tales como erosión, inundaciones, avenidas torrenciales o crecientes súbitas,

movimientos en masas, erupciones volcánicas, tsunamis o incendios forestales y otros procesos a los que están expuestos los componentes ambientales, los recursos naturales, sistemas productivos, asentamientos humanos e infraestructura vital o estratégica del territorio de la cuenca hidrográfica. Estas deben estar delimitadas y zonificadas en los mapas de amenazas naturales y antrópicas resultantes del diagnóstico.

- Áreas afectadas por amenazas y riesgos que pueden condicionar, limitar o restringir el uso y aprovechamiento del territorio y sus recursos naturales.
- Áreas que hacen parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y otras categorías de protección que limitan y restringen los asentamientos humanos y el desarrollo de actividades productivas al interior de estas.
- Ecosistemas estratégicos y/o parte de ellos que dadas las condiciones de naturalidad y de regulación y soporte de servicios ecosistémicos en la cuenca, limitan y restringen los asentamientos humanos y/o el uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables.
- Áreas y territorios étnicos presentes dentro de la cuenca que cuentan con mecanismos especiales para la ocupación y el uso y aprovechamiento ancestral de los recursos naturales, de acuerdo con la legislación especial para dichas comunidades y que ameritan una estrategia especial en el marco del ordenamiento y manejo de la cuenca.

En concordancia con lo anterior, para el análisis de los limitantes y condicionamientos en áreas de resguardos indígenas, se deberá tener en cuenta lo estipulado en la estrategia de participación y organización para el desarrollo de la consulta previa, con una metodología clara y acorde a las características de los grupos étnicos presentes en la cuenca. Esto implica definir una agenda de manera conjunta sobre los objetivos que busca el análisis de limitantes y condicionamientos, acordar los tiempos en los que se desarrollará y procurar que el equipo técnico maneje un lenguaje acorde con los grupos étnicos.

### 3.3 CONFLICTOS POR USO Y MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES

*Los conflictos de uso resultan de la discrepancia entre el uso que hace el ser humano del medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus potencialidades y restricciones ambientales; también se define por “el grado de armonía que existe entre la conservación de la oferta ambiental y el desarrollo sostenible del territorio”; corresponde a la concordancia entre el uso y las potencialidades ecosistémicas. (Minagricultura et ál., 2012)*

Para el ordenamiento y manejo de la cuenca el análisis de conflictos se centra principalmente en el recurso suelo, en el recurso hídrico, y en la pérdida de cobertura de los ecosistemas estratégicos y su interrelación con los aspectos socioeconómicos, entre otros.

- Recurso suelo: identificación de los conflictos generados por el uso inadecuado acorde a la capacidad del suelo (sobreutilización o subutilización del suelo).
- Recurso hídrico: identificación de conflictos generados por uso del recurso hídrico a partir de la evaluación de indicadores de uso del agua (IUA) y el índice de alteración potencial de la calidad del agua - IACAL.
- Pérdida de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos: se define teniendo en cuenta la transformación de estas coberturas naturales expresadas a través de la vegetación remanente, su grado de fragmentación, tasa de cambio e índice de ambiente crítico que permiten establecer disminución o afectaciones para la conservación de biodiversidad, especies endémicas o con alguna categoría de amenaza.

Para el análisis de los anteriores conflictos, es necesario involucrar la interrelación con la densidad de la población, y las coberturas naturales de la tierra.

### 3.1.1 Conflictos por uso de la tierra

Los conflictos por el uso de la tierra son el resultado de discrepancias entre el uso que el hombre hace del medio natural y aquel que debe tener con la oferta ambiental. Los conflictos de uso de la tierra se presentan cuando ésta es utilizada inadecuadamente ya sea por sobre o sub utilización.

La metodología propuesta para la identificación de conflictos por uso de la tierra se fundamenta en la comparación y análisis espacial de la capacidad de uso de la tierra, la cual determina la oferta que nos da el medio biofísico y la cobertura y uso del suelo actual de la cuenca hidrográfica en ordenación, la cual nos indica la demanda que tiene el medio. Figura 4.

Dada la importancia que tiene el manejo del recurso tierra, y frente a la necesidad de optimizar el uso de los recursos con que cuenta la cuenca y lograr su mínima intervención o su recuperación y conservación, es importante tener un análisis de los conflictos por uso de la tierra; el cual se pretende sea la base para la toma de decisiones posteriores al interior de la cuenca, pues brinda la información necesaria sobre los potenciales y limitaciones del recurso tierra.

El otro parámetro a tener en cuenta para el análisis de conflictos por el uso de la tierra es el mapa de cobertura de la tierra, mediante la caracterización de las cubiertas naturales y modificadas de manera antrópica presentes en la cuenca (IDEAM, 2010b) y el uso actual que se define como la utilización que el ser humano da a los diferentes tipos de cobertura (naturales o transformadas) para satisfacer sus necesidades.

Establecer los conflictos permite delimitar áreas donde debe propiciarse el cambio de uso o establecer esquemas especiales de manejo para contrarrestar la pérdida de los suelos; por lo tanto, solucionar el conflicto exige, generalmente, que se cambie el uso actual por otro que se ajuste a la oferta productiva del suelo y esto es la base fundamental para propiciar la planificación del desarrollo sostenible.

Las áreas cuya capacidad de uso no esté acorde con el uso dado se determinan como zonas en conflicto por uso del suelo y deben ser representadas y delimitadas cartográficamente.

Para poder determinar los conceptos de discrepancia y concordancia, se debe elaborar una matriz bidimensional de decisión, la cual debe permitir confrontar cada par de unidades cartográficas de capacidad de uso y cobertura actual en un mismo nivel dentro de la estructura.

De la comparación de los dos aspectos mencionados anteriormente, resulta la definición de concordancia o discrepancia en el uso; cuando se presenta concordancia quiere decir que el uso de la tierra no presenta conflictos con su vocación de uso, o sea que es el adecuado. Cuando se presenta discrepancia, quiere decir que el uso que se le está dando al recurso no es el adecuado; se pueden obtener dos tipos de resultado que son la sub utilización y la sobre utilización; en cada uno de los resultados se debe determinar el grado de intensidad del conflicto de la siguiente manera:

Tierras sin conflictos de uso o uso adecuado (A): bajo esta categoría se califica a las tierras donde la capacidad de uso de la tierra dominante guarda correspondencia con la vocación de uso principal o con un uso compatible. El uso actual no causa deterioro ambiental, lo cual permite mantener actividades adecuadas y concordantes.

- Tierras con conflictos por subutilización (S): calificación dada a las tierras donde la capacidad de uso de la tierra dominante corresponde a un nivel inferior de intensidad de uso, si se compara con la vocación de uso principal o la de los usos compatibles. Se diferencian tres tipos de intensidad:

- Subutilización ligera (S1): tierras cuyo uso actual es muy cercano al uso principal, por ende a los usos compatibles, pero que se ha evaluado como de menor intensidad al recomendado.

- Subutilización moderada (S2): tierras cuyo uso actual está por debajo, en dos niveles de la capacidad de uso de la tierra principal recomendada, según la capacidad de producción de las tierras

- Subutilización severa (S3): tierras cuyo uso actual está muy por debajo, en tres o más niveles de la capacidad de uso de la tierra de uso principal recomendada.

- Tierras con conflictos por sobreutilización (O): calificación dada a las tierras donde el uso actual dominante es más intenso en comparación con la vocación de uso principal natural asignado a las tierras, de acuerdo con sus características agroecológicas. Se diferencian tres tipos de intensidad:

- Sobreutilización ligera (O1): tierras cuyo uso actual está cercano al uso principal, pero que se ha evaluado con un nivel de intensidad mayor al recomendado y por ende al de los usos compatibles.

Sobreutilización moderada (O2): tierras en las cuales el uso actual se encuentra por encima, en dos niveles, de la capacidad de uso de la tierra principal recomendada, según la capacidad de producción de las tierras. Es frecuente encontrar rasgos visibles de deterioro de los recursos, en especial la presencia de procesos erosivos activos.

- Sobreutilización severa (O3): tierras en las cuales el uso actual supera en tres o más niveles, la clase de la capacidad de uso de la tierra principal recomendado, presentándose evidencias de degradación avanzada de los recursos, tales como procesos erosivos severos, disminución marcada de la productividad de las tierras, procesos de salinización, entre otros.

Las zonas en las categorías de conflictos por uso del suelo por sobreutilización o subutilización deben ser representadas y delimitadas cartográficamente.

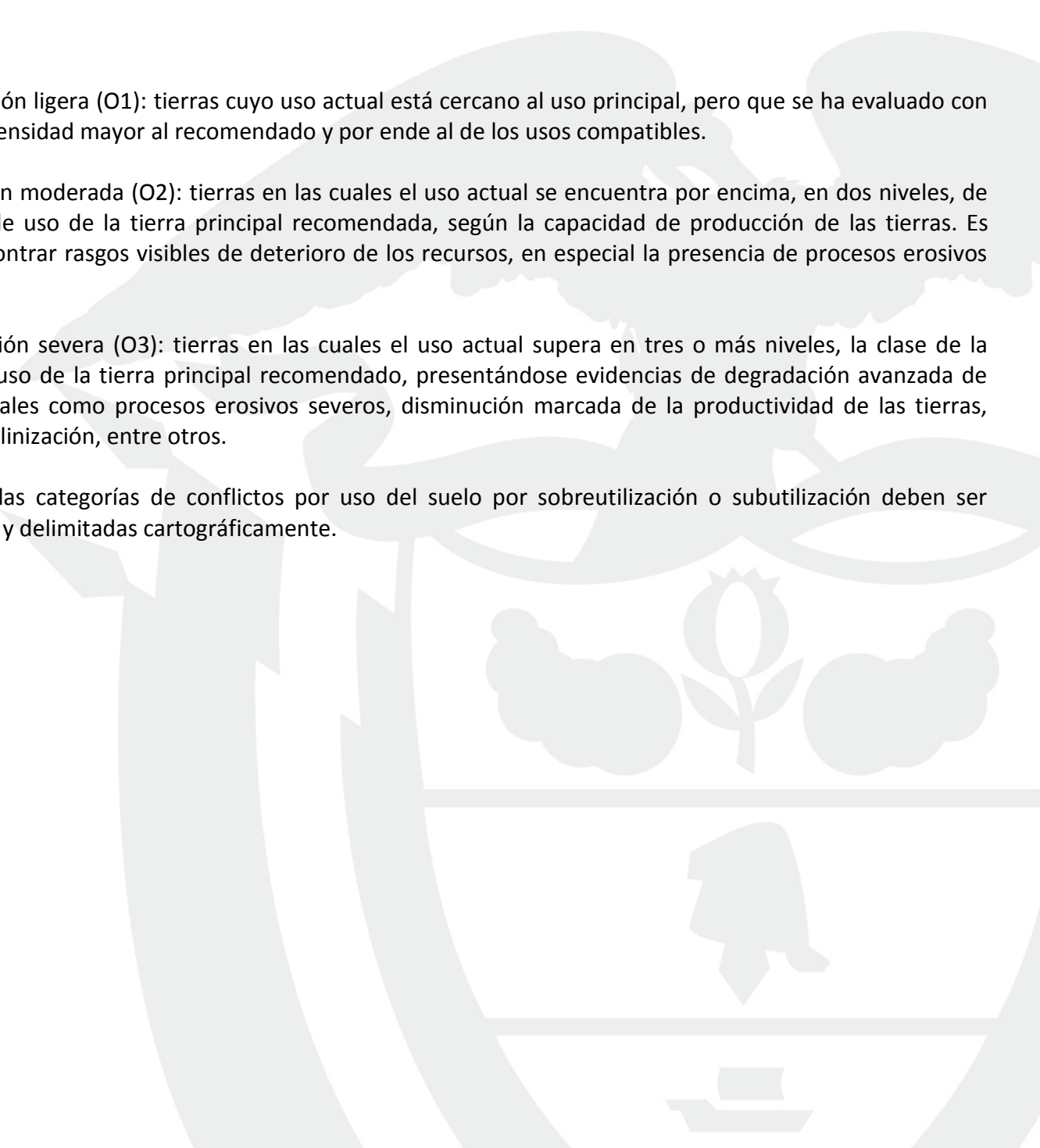
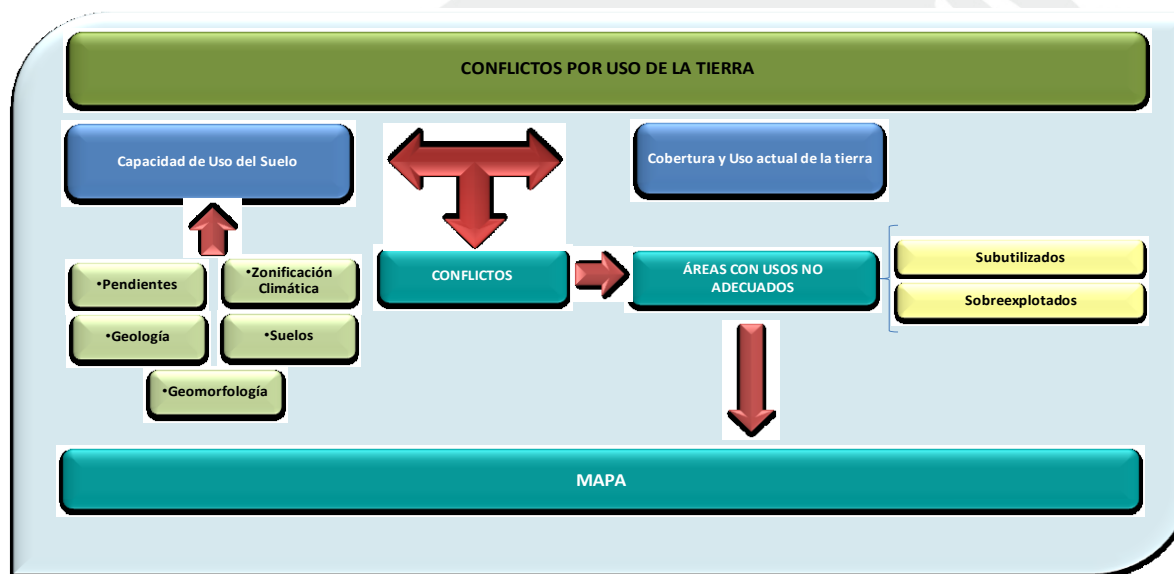


Figura 4. Evaluación de conflictos por el uso de la tierra



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013

### 3.1.2 Conflictos por uso del recurso hídrico

Los conflictos del recurso hídrico están enmarcados por la disponibilidad y calidad del recurso. Para la determinación de los conflictos del recurso hídrico se realizará el cruce de los mapas de índice de uso del agua (IUA) con el mapa de índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL). Dado que el índice de uso del agua (IUA) se calcula con valores reales y el IACAL contempla en su mayoría información presuntiva, se le asigna mayor peso al IUA para la determinación de las áreas en conflicto.

Teniendo en cuenta las categorías establecidas para IUA e IACAL definidos en las hojas metodológicas de los indicadores, en la tabla 4 se presentan las combinaciones posibles y la respectiva calificación del conflicto.



**Tabla 4. Calificación de conflictos del recurso hídrico**

IUA	IACAL	Categoría de Conflicto
Muy Alto	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Media Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Moderada	CONFLICTO ALTO
Alto	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Alto	Alta	CONFLICTO ALTO
Alto	Media Alta	CONFLICTO ALTO
Alto	Moderada	CONFLICTO ALTO
Moderado	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Moderado	Alta	CONFLICTO ALTO
Moderado	Media Alta	CONFLICTO ALTO
Bajo	Muy Alta	CONFLICTO ALTO
Muy Alto	Bajo	CONFLICTO MEDIO
Alto	Bajo	CONFLICTO MEDIO
Moderado	Moderada	CONFLICTO MEDIO
Moderado	Bajo	CONFLICTO MEDIO
Bajo	Alta	CONFLICTO MEDIO
Bajo	Media Alta	CONFLICTO MEDIO
Muy Bajo	Muy Alta	CONFLICTO MEDIO
Muy Bajo	Alta	CONFLICTO MEDIO
Bajo	Moderada	CONFLICTO BAJO
Bajo	Bajo	CONFLICTO BAJO
Muy Bajo	Media Alta	CONFLICTO BAJO
Muy Bajo	Moderada	CONFLICTO BAJO
Muy Bajo	Bajo	SIN CONFLICTO

Los conflictos *altos*, se consideran cuando existe una fuerte presión sobre el recurso hídrico, asociado a una mayor demanda que supera la oferta hídrica de la cuenca, así como también, la alta contaminación del recurso hídrico, que conllevan a cambios en el uso determinado, lo que finalmente se traduce en una limitación del desarrollo económico y social en la cuenca. Este tipo de conflictos ya brindan un panorama de intervención en la ordenación y control prioritario.

Cuando se determina un *conflicto medio*, se refiere a situaciones en donde la oferta hídrica, se encuentra al límite para poder atender las demandas del recurso y las condiciones de calidad limitan ciertos usos del agua definidos para los diferentes tramos de la cuenca.

Las áreas de la cuenca con *conflictos bajos* son aquellas en las cuales la oferta hídrica es superior a la demanda y además las condiciones de calidad no limitan los usos definidos para los diferentes tramos de cuenca.

Las zonas o áreas en donde no exista ningún tipo de problemas asociados al uso y a la calidad del recurso, se clasificarán dentro de las áreas *sin conflicto*.

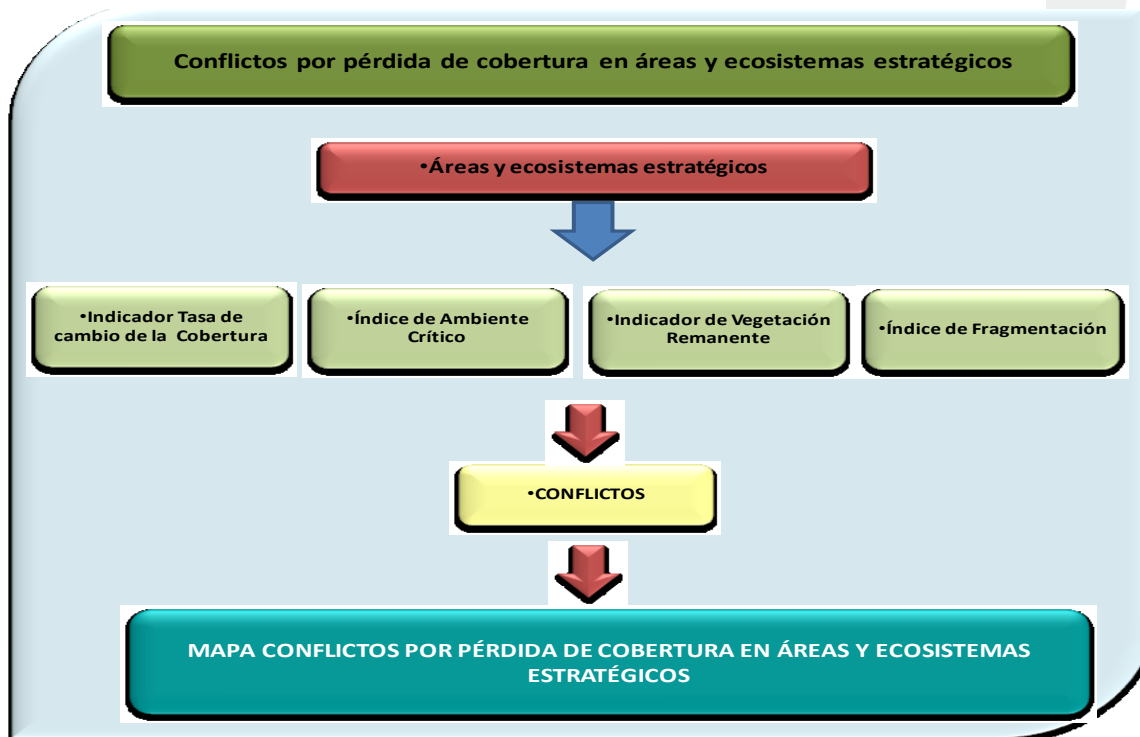
Una vez determinado el conflicto del recurso hídrico a partir de los indicadores expuestos, es necesario explicarlo realizando un análisis de las posibles causas que lo determinan, para lo cual se recomienda contrastarlas con la cobertura y uso actual de la tierra, así como algunos aspectos socioeconómicos relevantes como la densidad de población (presión demográfica) y el tamaño predial.

Como el índice de uso e IACAL se espacializan por subcuenca, pero la calidad de recurso hídrico se establece por tramos de cuenca o corrientes (ICA), es necesario efectuar un análisis profundo de las áreas en donde se concentren las actividades socioeconómicas y de servicios que generan mayor presión por las descargas de vertimientos para poder así establecer unas áreas críticas específicas a una escala más detallada con la ayuda del índice de calidad de agua (ICA); siendo éste más específico en términos de medición de parámetros de calidad del recurso hídrico.

### 3.1.3 Conflictos por pérdida de cobertura en ecosistemas estratégicos

El conflicto por pérdida de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos se define teniendo en cuenta la pérdida de cobertura natural en ecosistemas estratégicos expresada a través de la vegetación remanente, su grado de fragmentación, tasa de cambio e índice de ambiente crítico, que permiten establecer disminución o afectaciones para la conservación de biodiversidad, especies endémicas o con alguna categoría de amenaza, tal como se indica en la figura 5.

**Figura 5. Evaluación de conflictos por pérdidas de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013.

Para determinación de los conflictos se construye una matriz con la calificación de estos indicadores y se define el conflicto cuando la tasa de cambio es alta y muy alta; la vegetación remanente es inferior al 30% (muy transformado y completamente transformado), el índice de fragmentación fuerte y extremo y el índice de ambiente crítico se encuentra en la calificación crítico y muy crítico.

Para estos efectos, se requiere construir una matriz que consolide la calificación de los cuatro indicadores por polígono a calificar como sigue:

**Tabla 5. Calificación del conflicto por pérdida de cobertura en áreas y ecosistemas estratégicos**

Calificación del indicador vegetación remanente	Calificación del indicador tasa de cambio de la cobertura	Calificación de índice de fragmentación	Índice de ambiente crítico	Definición del grado de conflicto
Muy transformado	Alta	Fuerte	Crítico	Alto
Completamente transformado	Muy Alta	Extremo	Muy Crítico	Muy alto

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013.

Una vez determinado el conflicto en ecosistemas estratégicos a partir de los indicadores expuestos, es necesario explicar dicho conflicto realizando un análisis de las posibles causas que lo determinan, para lo cual se recomienda contrastarlas con algunos aspectos socioeconómicos como densidad de población (presión demográfica) y el tamaño predial.

### 3.1.4 Análisis y evaluación de conflictos

El análisis de conflictos consiste en la espacialización y suma de los conflictos por uso de los recursos naturales, el cual corresponderá a la suma de las áreas identificadas con conflictos por el uso del recurso suelo, uso del recurso hídrico y por pérdida de cobertura de ecosistemas estratégicos, a partir del cual se establecerán las

áreas que requieren de la implementación de medidas de manejo y acciones que conlleven al establecimiento de su función natural en un marco de desarrollo sostenible. Figura 6.

Los mapas resultantes de la síntesis de evaluación de conflictos además de espacializar y delimitar dichas áreas contendrán los atributos que permitan establecer la causa y el grado del conflicto, a partir de los cuales se definirán las acciones requeridas para su recuperación en la fase de formulación.

**Figura 6. Evaluación de conflictos por el uso y manejo de los recursos naturales**



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013.

Para efectos del análisis de los conflictos por uso y manejo de los recursos naturales en el POMCA, se recomienda tener en cuenta los elementos que proponen (Minambiente y Ecofondo, 1998) que a continuación se mencionan:

- **Identificación y definición del conflicto:** se deben identificar las causas del conflicto, quiénes están involucrados, las posiciones de cada uno sobre la situación, las diferencias y aspectos comunes.
- **Contexto biogeográfico del conflicto:** se deben realizar la ubicación espacial y territorial del conflicto, la descripción de los ecosistemas involucrados y los efectos del conflicto en el medio natural (agua, fauna, flora, biodiversidad y suelo).
- **Contexto social del conflicto:** se caracterizan los aspectos comunitarios y poblacionales que intervienen en el conflicto y sus relaciones y acciones en torno al conflicto.

También para el análisis se puede utilizar una matriz en la cual se puedan visualizar los diferentes aspectos del conflicto. A continuación se muestra en la tabla 6 un modelo de matriz.

**Tabla 6. Matriz para el análisis de una situación conflictiva**

Identificación del problema y del conflicto	¿En qué consiste el problema? ¿Dónde ocurre? ¿Cómo se manifiesta el conflicto y qué situación propició su aparición?
Causas y explicación básica	¿Por qué está ocurriendo?
Aspectos cuantitativos	¿Qué montos, volúmenes, cantidades extensiones etc., son relevantes para sustentar la dimensión y gravedad del conflicto? ¿A qué velocidad evolucionan esas cantidades o magnitudes?
Historia del proceso	¿Desde cuándo ha ocurrido? ¿Se ha incrementado? ¿Por qué siguió? ¿Qué se ha hecho que no funcionó? ¿Hacia dónde cambio?
Actores y sectores sociales involucrados	¿Quiénes están involucrados y cómo?
Posiciones de los actores	¿Cuáles posiciones contrapuestas generan el conflicto? ¿Qué posición tiene cada actor relevante frente al conflicto? ¿Se articulan algunas de estas posiciones entre sí?
Intereses	¿La existencia del conflicto ambiental ha generado beneficios para algunos de los actores? ¿A quién perjudica?
Impactos ambientales	¿Qué recurso natural se ha deteriorado, o afectado por su existencia?

	¿Cuánto se ha modificado y a qué velocidad?
Marco normativo y político	¿Cuáles son las normas y reglamentación con las que se cuenta para enfrentar el conflicto? ¿Se utilizan efectivamente las normas con las que se cuenta para enfrentar el conflicto?

Fuente: Quintana, 2005

El equipo técnico del POMCA podrá hacer uso de otras metodologías para hacer el análisis de los conflictos, según su criterio y consideración, teniendo presente que tales se deben ajustar al contexto de la cuenca y deben permitir que los conflictos ambientales se revisen de manera integral el conflicto, en tanto requieren una mirada interdisciplinaria por la complejidad que los caracteriza.

Como resultado de la evaluación de conflictos se identifica de manera espacial cómo ha sido el manejo del territorio, qué zonas pueden continuar con usos y manejos similares, cuáles deben ser recuperadas de modo que respondan nuevamente a su potencial de uso y cuáles serán los nuevos limitantes desde la perspectiva del riesgo y de la conservación de la oferta hídrica y de los recursos naturales asociados.

### 3.1.5 Análisis de territorios funcionales

Los territorios funcionales representan la relación existente entre los componentes de oferta y demanda, explican cómo las dinámicas de los diferentes subsistemas que componen la cuenca serían en el futuro si se mantienen las tendencias actuales. Esto permite visualizar los cambios que sería necesario implementar, de manera que las interacciones de estos en el tiempo respondan a una funcionalidad que no va en contravía del desarrollo sostenible de la cuenca.

La funcionalidad implica reconocer cuáles son las relaciones que ordenan el territorio y cómo lo hacen, seguidamente hay que identificar cuáles de éstas relaciones son las que actúan con mayor predominancia y cómo se prevé que incidirán en las tendencias de configuración de las mismas y a partir de allí evaluar si estas tendencias favorecen o no la funcionalidad de la cuenca como sistema o va en detrimento para la prestación servicios en el tiempo.



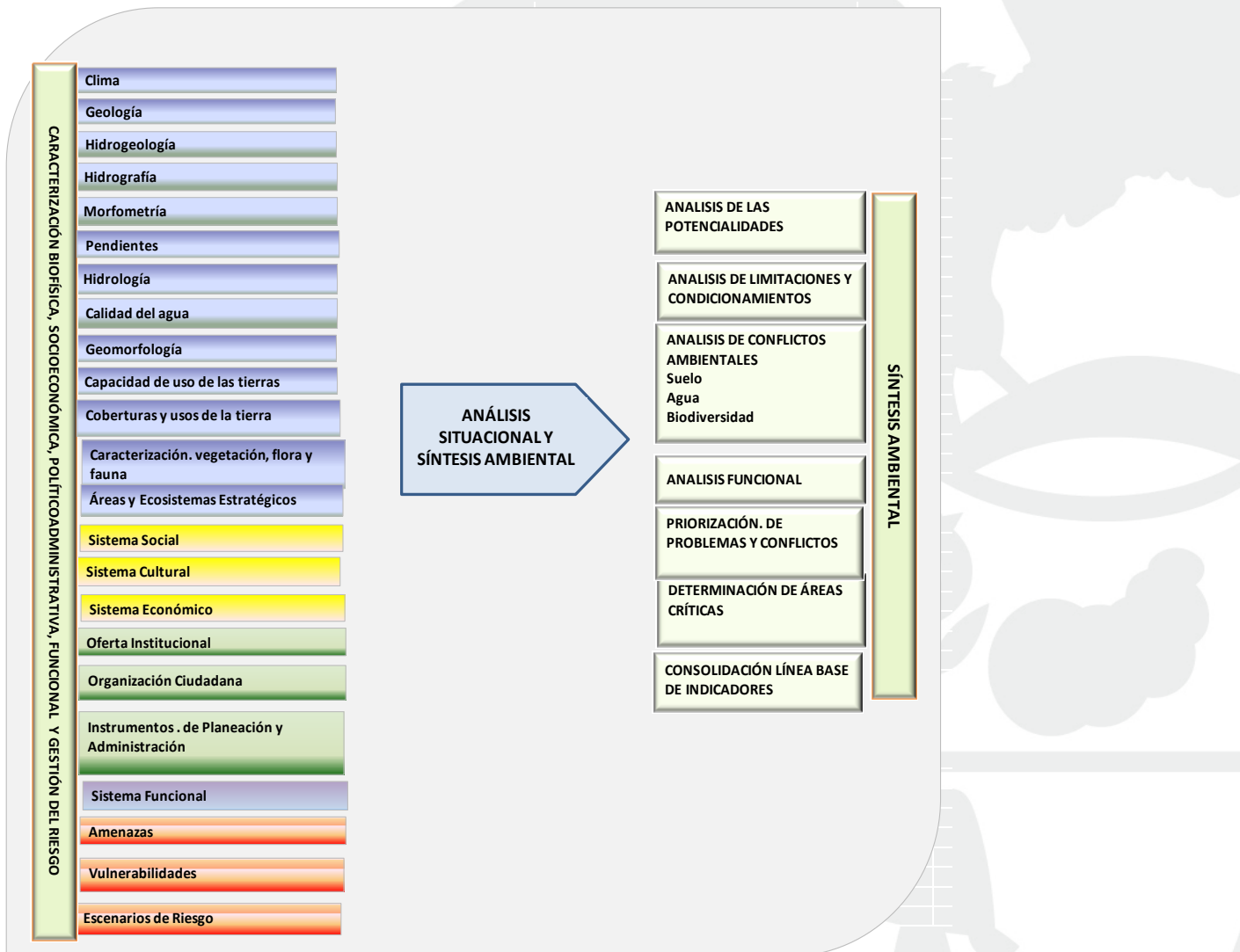
Teniendo como premisa lo anterior, se sugieren como insumos para el análisis funcional de la cuenca la identificación de los siguientes aspectos:

- Áreas de interés para la conservación y preservación de los recursos naturales renovables.
- Áreas para la preservación y conservación por los servicios sociales actuales y previstos que prestan (servicios públicos como el agua potable, alcantarillado, rellenos sanitarios, hidroeléctricas, etc.).
- Áreas críticas para el manejo del recurso hídrico.
- Áreas de interés por la prestación de servicios institucionales y confluencia de población que generan presiones sobre los RNR en zonas críticas para el mantenimiento de la funcionalidad de la cuenca.
- Áreas para el desarrollo de actividades económicas que demandan un uso y manejo sostenible de los recursos naturales que les sirven de soporte para la producción.
- Áreas que prestan servicios culturales con influencia para la cuenca.

#### **4. SÍNTESIS AMBIENTAL**

En la síntesis ambiental se deben identificar y analizar los principales problemas y conflictos por el uso y manejo de los recursos naturales, la determinación de áreas críticas y la consolidación de la línea base de indicadores del diagnóstico. A partir del análisis situacional, en el cual se identificaron y analizaron las potencialidades, las limitantes, los conflictos ambientales a través del análisis de indicadores e índices y los principales aspectos funcionales, se estructura la síntesis ambiental sobre la cual se fundamenta el análisis integral de la situación actual de la cuenca de acuerdo a los resultados de la caracterización de los componentes biofísico, socioeconómico, administrativo y de gestión del riesgo, tal como se indica en la figura 7.

Figura 7. Síntesis Ambiental



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013.



Urgencia: es imprescindible actuar ahora (2), es indiferente (1) o se puede esperar (0)

Alcance: afecta a muchas personas en la comunidad (2), a algunas (1) o a pocas (0)

Gravedad: ¿qué aspectos claves están afectados? mayor gravedad (2), intermedia (1) y menor (0)

Tendencia o evolución: tiende a empeorar (2), está estable (1) o tiende a mejorar (0)

Impactos sobre otros problemas o conflictos: relaciones causa-efecto entre situaciones: central y relacionado con muchos problemas (2), intermedio (1), aislado (0)

Oportunidad: este problema haría que la comunidad se movilizara y participara en la posible solución y/o tiene mucho consenso (2), moderadamente (1), la comunidad es indiferente (0)

Disponibilidad de recursos: se cuenta con los fondos necesarios (2), no requiere fondos (2) existe la posibilidad de obtenerlos (1) hay que buscarlos (0)

## 4.2 DETERMINACIÓN DE ÁREAS CRÍTICAS

Un área crítica es aquella en la que existen situaciones en las cuales hay alteraciones que disminuyen condiciones ambientales que hacen sostenible la cuenca. Una vez identificados los problemas y conflictos prioritarios de la cuenca, se especializan para determinar áreas en las que confluyen estas situaciones y marcan la criticidad de un área determinada.

- Áreas deforestadas por quema, erosión y áreas en proceso de desertificación
- Áreas de sobreutilización y subutilización del suelo
- Laderas con procesos erosivos moderados y severos
- Zonas de amenaza alta
- Áreas de asentamientos humanos en zonas de amenaza
- Deficiente cantidad de agua para los diferentes tipos de uso
- Áreas donde se superponen por lo menos dos tipos de conflictos

### 4.3 CONSOLIDACIÓN LÍNEA BASE DE INDICADORES

Finalmente, la síntesis ambiental consolida la línea base de indicadores del diagnóstico, producto de la caracterización de la cuenca, su estado situacional y los análisis de la síntesis ambiental, para lo cual se propone como mínimo el desarrollo de los indicadores que se describen en el Anexo 1 de este documento.



## BIBLIOGRAFÍA

CARDER-FONADE ALMA MATER-FOREC, (2004) Ecorregión Eje Cafetero: Un territorio de oportunidades. Programa Ambiental BIC- FOREC ed. Pereira.

DAGMA - DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE (1998). Guía para la resolución de conflictos ambientales. Santiago de Cali, Pág. 5

DNP – Departamento Nacional de Planeación (2009). Informe de crecimiento sostenible y competitividad, pág. 83, Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=6yjofaugVUQ%3D&tabid=1238> [consultado el 12 de septiembre de 2013]

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (2009). Metodología, proyecciones de población y estudios demográficos, Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones.../proyeccionesdepoblación> (Consultado el 10 de septiembre de 2013)

FONDO DE POBLACIÓN DE NACIONES UNIDAS – COLOMBIA (2010). Enfoque poblacional y Políticas Públicas. En: <http://www.unfpa.org.co/menuSuplzqui.php?id=19>. [Página visitada el 10 de Octubre de 2013]

IGAC (1988). Aplicación de la Geomorfología al Levantamiento de Suelos en zonas Aluviales y Definición del Ambiente Geomorfológico con fines de descripción de suelos. IGAC, Subdirección Agrológica. Documento Interno. 178 p.

IDEAM (2010) Consulte los indicadores ambientales. Disponible en: <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?|Servicio=Publicaciones&ITipo=publicaciones&IFuncion=loadContenidoPublicacion&id=577> [consultado el 14 de septiembre de 2013]

IDEAM (2010a). Estudio Nacional del Agua ENA. Disponible en <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=874&conID=910> [consultado el 10 de septiembre de 2013]

IDEAM (2010b) Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Disponible en: <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/021759/021759.htm> [consultado el 12 de septiembre de 2013]

IDEAM (2010c). Sistemas Morfogénicos del Territorio Colombiano. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C. 252 p.

IDEAM, IGAC Y CORMAGDALENA (2008) Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Disponible en: <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/021521/LIBROCORINEFINAL.pdf> [consultado el 12 de septiembre de 2013]

IGAC (2002) Clasificación del uso actual de las tierras. Subdirección de Agrología. Documento interno de trabajo. Bogotá.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT e INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. (2006) Elementos para la incorporación de la biodiversidad en los planes y esquemas de Ordenamiento Territorial. Bogotá D.C. 99 p.

MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2008) Política de Gestión Ambiental Urbana. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/documentos/politica\\_de\\_gestion\\_ambiental\\_urbana.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/politica_de_gestion_ambiental_urbana.pdf) [consultado el 5 de septiembre de 2013]

MAVDT, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Guía Metodológica para la Formulación De Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos. Disponible en: [http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/recurso\\_hidrico/280111\\_prop\\_guia\\_met\\_pma\\_acui\\_280211.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/recurso_hidrico/280111_prop_guia_met_pma_acui_280211.pdf) [consultado el 5 de septiembre de 2013]

MADS – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible (2013). Ecosistemas estratégicos. Disponible en: <http://www.minambiente.gov.co//contenido/contenido.aspx?catID=1097&conID=5551> [consultado el septiembre 3 de 2013]

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio; Instituto Colombiano de Desarrollo Rural -INCODER-; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria -CORPOICA-; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-; Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales -UAESPNN-; Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos “Alexander Von Humboldt”; Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andreis” -INVEMAR-; Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-; Servicio Geológico Colombiano -INGEOMINAS-; e Instituto



Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-. (2012) Conflictos de uso del territorio Colombiano, escala 1:100.000. Bogotá, 212 pág y 16 planchas cartográficas.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2010). Zonificación Ambiental de Cuencas Hidrográficas. Documento sin publicar.

Ministerio del Medio Ambiente y Corporación Ecofondo (1998) Conflictos ambientales y participación ciudadana. 12 estudios de caso en las regiones Colombianas. Bogotá.

Moncallo Jiménez, E. (2002) “Modelos de desarrollo regional” Universidad del país Vasco. Disponible en: <http://www.ehu.es/Jmoreno/TextosTransporte/Modelosdesarrolloregional.pdf> [consultado el 8 de septiembre de 2013]

Perez, H., Zarate, C., Turbay, S. (2011) Conflictos ambientales: La biodiversidad como estrategia ordenadora del territorio. Opinión Jurídica, edición especial, pp. 89-104 - ISSN 1692-2530 • Julio-Diciembre de 2011 / 166 p. Medellín, Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94522288006> [consultado el 3 de septiembre de 2013]

QUINTANA Ramírez, Ana Patricia. (2005) Conflicto Ambiental: Concepto y Rasgos. Pág. 22

Rondinelli, Dennis A. (1988) Método aplicado de análisis regional. La dimensión espacial de la política de desarrollo. Gobernación de Antioquia. BCH.

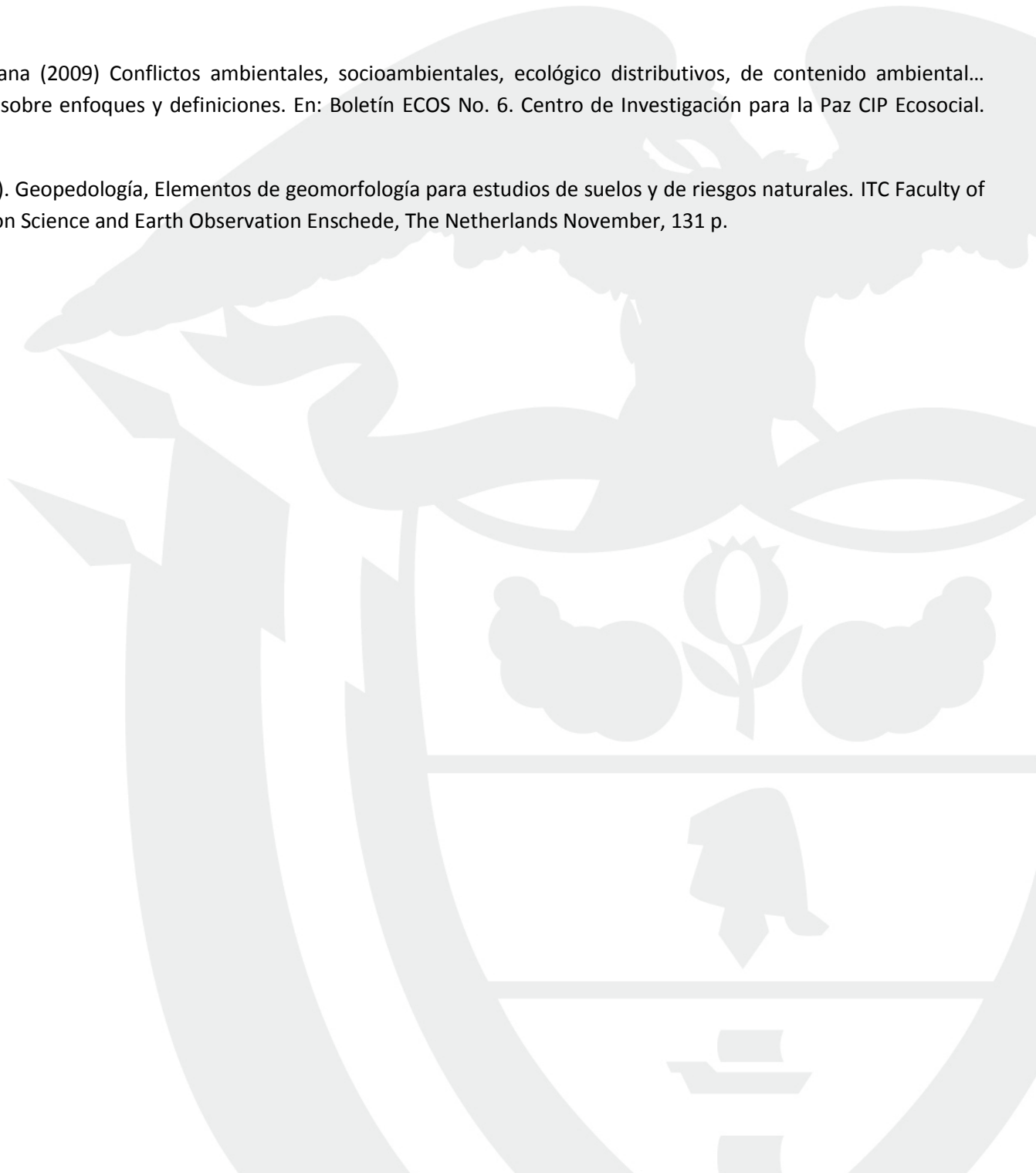
Salguero Cubides, J. (2006) “Enfoques sobre algunas teorías referentes al desarrollo regional”, discurso estatutario de posición como miembro número de la sociedad geográfica colombiana, Disponible en: <http://www.sogeocol.edu.co>. [consultado el 3 de septiembre de 2013]

TNC- The Nature Conservancy (2002). Un enfoque en la naturaleza. Evaluaciones ecológicas rápidas. Virginia. USA. 202 pág. Disponible en: [http://www.ceda.org.ec/descargas/biblioteca/Un\\_Enfoque\\_en\\_la\\_Naturaleza\\_Evaluaciones\\_Ecologicas\\_Rapidas.pdf](http://www.ceda.org.ec/descargas/biblioteca/Un_Enfoque_en_la_Naturaleza_Evaluaciones_Ecologicas_Rapidas.pdf) [consultado el 14 de septiembre de 2013]

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO, Universidad, Ciencia y Desarrollo. ¿Qué es un conflicto ambiental?. Disponible en: <http://www.urosario.edu.co/Universidad-Ciencia-Desarrollo/ur/Fasciculos-Anteriores/Tomo-III-2008/Fasciculo-12/ur/Que-es-un-conflicto-ambiental/> [consultado el 1 de Octubre de 2013]

WALTER, Mariana (2009) Conflictos ambientales, socioambientales, ecológico distributivos, de contenido ambiental... Reflexionando sobre enfoques y definiciones. En: Boletín ECOS No. 6. Centro de Investigación para la Paz CIP Ecosocial. Madrid.

Zinck, A. (2012). Geopedología, Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales. ITC Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation Enschede, The Netherlands November, 131 p.



## INDICADORES DE LINEA BASE

La síntesis ambiental se consolida mediante la línea base de indicadores del diagnóstico, producto de la caracterización de la cuenca, su estado situacional y los análisis de la síntesis ambiental, para lo cual se propone como mínimo el desarrollo de los siguientes indicadores con sus respectivas hojas metodológicas:

<b>COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO</b>
TEMÁTICA: HIDROLOGÍA

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	<b>Índice de Aridez (IA)</b>
Objetivo	Estimar la suficiencia o insuficiencia de precipitación para sostenimiento de ecosistemas
Definición	Es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial. Integra el conjunto de indicadores definidos en el Estudio Nacional del Agua - ENA 2010 (IDEAM)
Fórmula	$Ia = \frac{ETP - ETR}{ETP}$
Variables y Unidades	Donde: Ia: índice de aridez (adimensional) ETP: evapotranspiración potencial (mm) ETR: evapotranspiración Real (mm)

Insumos	Se requiere información de las variables: precipitación, temperatura y caudal. Adicionalmente las variables requeridas para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP). La principal fuente de datos es el IDEAM con las series históricas de las redes de monitoreo hidrometeorológicas. Adicionalmente las series de datos de redes regionales de monitoreo de autoridades ambientales (CAR, AAU, PNN) y de empresas de servicios de agua potable como EPM Y EAAB. Para la cartografía básica en diferentes escalas la fuente de datos oficial es el IGAC.		
Interpretación de la calificación	<b>Calificador</b>	<b>Ámbito Numérico</b>	<b>Color</b>
	Altos excedentes de agua	(< 0.15)	
	Excedentes de agua	(0.15 – 0.19)	
	Moderado y excedente de agua	(0.20 – 0.29)	
	Moderado	(0.30 - 0.39)	
	Moderado y deficitario de agua	(0.40 - 0.49)	
	Deficitario de agua	(0.50 - 0.59)	
Altamente deficitario de agua	(> 0.60)		
Observaciones	Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) la cual podrá ser modificada por los Lineamientos conceptuales y metodológicos para las evaluaciones regionales del agua a ser publicados por el IDEAM		

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	<b>Índice de Uso de Agua Superficial (IUA)</b>
Objetivo	Estimar la relación porcentual entre la demanda de agua con respecto a la oferta hídrica disponible.
Definición	El índice de uso del agua (IUA) corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un periodo de tiempo t (anual, mensual) y en una unidad espacial de referencia j (área, zona, subzona, etc.) en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espacio.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN			
Fórmula	Relación porcentual de la demanda de agua en relación a la oferta hídrica disponible. $IUA = (Dh / OH) * 100$			
Variables y Unidades	Donde: IUA: índice de uso del agua Dh: demanda hídrica sectorial que corresponda OH: oferta hídrica superficial disponible. Véase el capítulo 8 numeral 8.1.3 Estudio Nacional del Agua ENA, 2010			
Insumos	Los insumos para el cálculo de este índice son: las demanda hídrica sectorial por subcuenca (consumos por sectores) y series históricas de caudal diario y mensuales con longitud temporal mayor a 15 años.			
Interpretación de la calificación	<b>Categoría</b>	<b>Significado</b>	<b>Rango (Dh/Oh)*100 IUA</b>	<b>Color</b>
	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible	(> 50)	Red
	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible	(20.01 – 50)	Naranja
	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible	(10.01 -20)	Amarillo
	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible	(1-10)	Verde
	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible	(≤ 1)	Azul

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Observaciones	<p>El índice se calcula únicamente para fuentes de agua superficial tales como ríos y quebradas. No incluye en la oferta la disponibilidad de aguas subterráneas o de cuerpos de agua tales como lagunas, ciénagas o lagos. El cálculo del índice para algunas áreas está limitado por la disponibilidad de la información necesaria para su cálculo, por lo tanto se hacen aproximaciones con factores de consumo de zonas semejantes, lo cual dificulta la estimación de la demanda potencial de agua.</p> <p>Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) la cual podrá ser modificada por los Lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua a ser publicados por el IDEAM</p>

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	<b>Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH)</b>
Objetivo	Estimar la capacidad de la subzona de mantener los regímenes de caudales
Definición	Este índice mide la capacidad de retención de humedad de las cuencas con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios. Este índice se mueve en el rango entre 0 y 1, siendo los valores más bajos los que se interpretan como de menor regulación. (IDEAM, 2010a).
Fórmula	$IRH = V_p/V_t$
Variables y Unidades	<p>Donde:</p> <p>IRH: índice de Retención y Regulación Hídrica.</p> <p>Vp: volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea de caudal medio.</p> <p>Vt: volumen total representado por el área bajo la curva de duración de caudales diarios.</p>

Insumos	La principal fuente de datos es el IDEAM con las series históricas de caudales provenientes de la red de monitoreo de referencia nacional. Algunas series de datos de caudal de redes regionales de monitoreo de las autoridades ambientales (CAR, AAU, PNN) y de empresas de servicios de agua potable como EPM Y EAAB. Así como la cartografía básica del IGAC en diferentes escalas.		
Interpretación de la calificación	<b>Descripción</b>	<b>Rango del indicador</b>	<b>Color</b>
	Muy baja retención y regulación de humedad	( < 0.50)	Muy baja
	Baja retención y regulación de humedad	(0.50 – 0.65)	Baja
	Media retención y regulación de humedad media	(0,65 – 0.75)	Moderada
	Alta retención y regulación de humedad	(0.75 - 0.85 )	Alta
	Muy alta retención y regulación de humedad	( > 0.85)	Muy alta
Observaciones	<p>Los datos disponibles de caudales medios y diarios de series históricas mayores de 15 años, de estaciones representativas. La limitación principal para obtener este indicador es la carencia de estaciones hidrológicas y densidad de la red de monitoreo en las unidades hidrográficas representativas en la regiones.</p> <p>Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) la cual podrá ser modificada por los Lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua a ser publicados por el IDEAM</p>		



ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	<b>Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH)</b>		
Objetivo	Determinar la fragilidad de mantener la oferta de agua para abastecimiento		
Definición	Grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener la oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño) – podría generar riesgos de desabastecimiento.		
Fórmula	El IVH se determina a través de una matriz de relación de rangos del índice de regulación hídrica (IRH) y el índice de uso de agua (IUA) (Ver ENA, capítulo 8, numeral 8.1.4)		
Variables y unidades	Adimensional		
Insumos	La información básica requerida para el cálculo de este indicador son los índices de regulación hídrica (IRH) y de uso de agua (IUA).		
Interpretación de la calificación	Índice de Uso de Agua - IUA	Índice de Regulación Hídrica - IRH	Categoría de Vulnerabilidad
	Muy bajo	Alto	Muy bajo
	Muy bajo	Moderado	Bajo
	Muy bajo	Bajo	Medio
	Muy bajo	Muy bajo	Medio
	Bajo	Moderado	Bajo
	Bajo	Bajo	Bajo
	Bajo	Bajo	Medio
	Bajo	Muy bajo	Medio
	Medio	Alto	Medio
	Medio	Moderado	Medio
	Medio	Bajo	Alto
	Medio	Muy bajo	Alto
	Alto	Alto	Medio
	Alto	Moderado	Alto
Alto	Bajo	Alto	

	Alto	Muy bajo	Muy alto
	Muy alto	Alto	Medio
	Muy alto	Moderado	Alto
	Muy alto	Bajo	Alto
	Muy alto	Muy bajo	Muy alto
Observaciones			

## COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO

TEMÁTICA: CALIDAD DEL AGUA

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y sigla	<b>Índice de Calidad del Agua - (ICA)</b>
Objetivo	Determinar el estado de la calidad de agua en la cuenca
Definición	Determina condiciones fisicoquímicas generales de la calidad de un cuerpo de agua y, en alguna medida, permite reconocer problemas de contaminación en un punto determinado, para un intervalo de tiempo específico. Permite además representar el estado general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos en función de variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y biológicas.
Fórmula	La fórmula se encuentra en el capítulo 6 numeral 6.2.5 del Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010)
Variables y Unidades	(L/seg) caudal (% de saturación)oxígeno disuelto (OD) (mg/l)sólidos en suspensión (mg/l)demanda química de oxígeno (DQO) (μS/cm)conductividad eléctrica (C.E) (Unidades de PH) Ph total  Nota: Las variables y pesos de importancia podrán ser modificados según lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua a ser

	publicados por el IDEAM		
Insumos	Información primaria y secundaria sobre monitoreos del recurso hídrico de calidad y cantidad en el tramo a evaluar		
Interpretación de la calificación	Descriptor	Ámbito numérico	Color
	Muy malo	( 0 – 0.25)	
	Malo	(0.26 – 0.50)	
	Regular	(0.51 – 0.70)	
	Aceptable	(0.71 – 0.90)	
	Bueno	(0.91 – 1.00)	
Observaciones	Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) la cual podrá ser modificada por los Lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua a ser publicados por el IDEAM		

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y sigla	<b>Índice de Alteración Potencial a la Calidad del Agua - (IACAL)</b>
Objetivo	Estimar la afectación al cuerpo de agua por las presiones de actividades socioeconómicas.
Definición	Refleja la contribución/alteración potencial de la calidad del agua por presión de la actividad socioeconómica, a escala de subzonas hidrográficas y subcuencas, pues se calcula en función de la presión ambiental, entendida como la contribución potencial de cada agente social o actividad humana (población, industria, agricultura, minería) a las alteraciones del medio ambiente por consumo de recursos naturales, generación de residuos (emisión o vertimiento) y transformación del medio físico.
Fórmula	La fórmula se encuentra descrita en el capítulo 6 numeral 6.2.2 del Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) – Proceso metodológico para la estimación de cargas contaminantes a partir de información secundaria.
Variables y Unidades	P: población municipal (número de personas)

Variables y Unidades

Xps: fracción de la población conectada al alcantarillado  
PS: población conectada al alcantarillado (Nro. personas)  
PPs: población conectada a pozo séptico (Nro. personas)  
FIP: factor de emisión de DBO5 por persona, según si está conectada al alcantarillado o a pozo séptico  
XRT: fracción de remoción de materia orgánica, sólidos y nutrientes dependiendo del tipo de tratamiento de agua residual doméstica  
PC: producción municipal de café como número de sacos de 60 kg de café pergamino seco  
XBE: fracción de beneficio ecológico nacional de café  
XBNE: fracción de beneficio no ecológico nacional de café  
PI: producción industrial (cantidad) para las actividades económicas de interés de la unidad de análisis.  
CMP: consumo de materias primas para una industria determinada

XRT: fracción de remoción de vertimientos según tecnología prototipo de cada subsector  
Fi: factor de emisión para una unidad productiva específica en kg DBO5, DQO, SST, NT y PT/ton producto final o materia prima consumida  
WGVP: tonelada de animal (vacuno) en pie  
WGPP: tonelada de animal (porcino) en pie  
KP: carga de DBO5 proveniente de la población en ton/año  
KC: carga de DBO5 proveniente del beneficio del café en ton/año  
Kind: carga de DBO5 proveniente de la industria (actividades de interés) en ton/año  
KSG: carga de DBO5 proveniente del sacrificio de ganado en ton/año  
K: carga municipal de DBO5 en ton/año  
KZ: carga de otra variable de interés de otras actividades económicas específicas de la unidad de análisis, en toneladas /año. P. Ej. : Minería, etc.

**Nota:** KZ es tomado de los lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua a ser publicados por el IDEAM para el cálculo del IACAL, el cual fue modificado para tener en cuenta las cargas contaminantes de otras actividades económicas.

Insumos	<p>Cargas contaminantes estimadas a partir de inventario consistente en la aplicación de factores de vertimiento de la Organización Mundial de la Salud (1993).</p> <p>Población cabeceras municipales (proyección)</p> <p>Actividades industriales (DANE, 2008)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Doméstico</li> <li>• Cafetero</li> <li>• Industria</li> <li>• Sacrificio de ganado</li> <li>• Minería de oro y plata</li> <li>• Cultivos</li> </ul> <p>Información Primaria Variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materia orgánica: DBO, DQO, DQO-DBO</li> <li>• Sólidos en suspensión: SST</li> <li>• Nutrientes: N total, P total</li> <li>• Oferta hídrica</li> </ul>		
Interpretación de la calificación	PROMEDIO CATEGORÍA (NT+PT+SST+DBO+(DQO-DBO)/5)		
	Categoría	Valor	Color
	Baja	1	
	Moderada	2	
	Media alta	3	
	Alta	4	
Muy alta	5		
Observaciones	<p>Metodología sugerida Estudio Nacional del Agua - ENA (IDEAM, 2010) la cual podrá ser modificada por los Lineamientos conceptuales y metodológicos para las Evaluaciones Regionales del Agua a ser publicados por el IDEAM</p>		

## COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO

TEMÁTICA: COBERTURA Y USO DE LA TIERRA

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y sigla	<b>Indicador de Tasa de Cambio de las Coberturas Naturales de la Tierra (TCCN)</b>		
Objetivo	Medir la pérdida o recuperación de los diferentes tipos de coberturas naturales con relación al tiempo en años.		
Definición	El indicador mide los cambios de área de las coberturas naturales del suelo a partir de un análisis multitemporal en un período de análisis no menor de 10 años, mediante el cual se identifican las pérdidas de hábitat para los organismos vivos. La tasa de cambio estima el grado de conservación de la cobertura, la cantidad de hábitat natural intacto y los patrones de conversión. (Modificado de IAvH, 2002)		
Fórmula	$TCCN = (\ln ATC_2 - \ln ATC_1) * 100 / (t_2 - t_1)$		
VARIABLES Y UNIDADES	TCNN: tasa de cambio de las coberturas naturales en (%) ATC <sub>2</sub> : área total de la cobertura en el momento dos (o final) ATC <sub>1</sub> : área total de la cobertura en el momento uno (o inicial) (t <sub>2</sub> - t <sub>1</sub> ): número de años entre el momento inicial (t <sub>1</sub> ) y el momento final (t <sub>2</sub> ) Ln: logaritmo natural		
Insumos	Mapa de cobertura de la tierra actual y mapa de cobertura de la tierra de una época anterior, como mínimo 10 años.		
Interpretación de la calificación	Categoría	Descriptor	Calificación
	Baja	menor del 10%	20
	Media	entre 11-20%	15
	Medianamente alta	entre 21-30%	10
	Alta	entre 31-40%	5
	Muy alta	mayor 40%	0

Observaciones	El rango toma valores positivos o negativos, dependiendo de si la tasa es de aumento o disminución del parámetro observado, para el presente análisis se identificarán y delimitarán cartográficamente las áreas que presenten tasas con valores tanto negativos como positivos.
---------------	--

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	<b>Indicador Vegetación Remanente (IVR)</b>		
Objetivo	Cuantificar el porcentaje de vegetación remanente por tipo de cobertura vegetal a través del análisis multitemporal, con énfasis en las coberturas naturales.		
Definición	El indicador de vegetación remanente expresa la cobertura de vegetación natural de un área como porcentaje total de la misma; dicho indicador se estima para cada una de las coberturas de la zona en estudio. (Márquez, 2002, con modificación).		
Fórmula	$IVR = (AVR / At) * 100$		
Variables y Unidades	AVR: es el área de vegetación remanente. At: es el área total de la unidad, en kilómetros cuadrados o hectáreas.		
Insumos	Mapa de cobertura actual de la tierra y de una época anterior, lo más antigua posible		
Interpretación de la calificación	Descriptor	Rango	Calificación
	<b>NT:</b> No transformado o escasamente transformado. Sostenibilidad alta	$IVR \geq 70\%$	20
	<b>PT:</b> Parcialmente transformado. Al menos el 70% de la vegetación primaria permanece sin alterar. Sostenibilidad media	$IVR \geq$ igual al 50% y < del 70%	15
	<b>MDT:</b> Medianamente transformado. Sostenibilidad media baja	$IVR \geq$ a 30% y < del 50%	10
	<b>MT:</b> Muy transformado. Sostenibilidad baja	$IVR \geq$ a 10% y < 30%	5
	<b>CT:</b> Completamente transformado.	$IVR < 10\%$	0
Observaciones	Categorías con condiciones de muy transformado y completamente transformado, se		



	consideran áreas críticas a ser consideradas en el análisis de conflictos por pérdida de la biodiversidad.
--	--

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	<b>Índice de Fragmentación (IF)</b>		
Objetivo	Cuantificar el grado o tipo de fragmentación de los diferentes tipos de cobertura natural de la tierra.		
Definición	La fragmentación se entiende como la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada (Sanders <i>et ál.</i> , 1991). Con el fin de conocer el índice de fragmentación se aplicará la metodología de Steenmans y Pinborg (2000) que tiene en cuenta el número de bloques de vegetación y su grado de conectividad.		
Fórmula	$\text{índice de fragmentación} = \frac{\text{psc}}{(\text{ps}/\text{cs} * 16)} * (\text{ps}/16)$ siendo psc las celdillas sensibles conectadas, ps las celdillas sensibles; y, cs los complejos sensibles. 16 es el número de grillas en estudio según artículo original.		
Variables y Unidades	Número de bloques, conectividad de los bloques. Números decimales y enteros entre 0.01 y 100		
Insumos	Mapa de cobertura actual de la tierra de la cual se extraen las coberturas naturales exclusivamente		
Interpretación de la calificación	Descriptor	Rango	Calificación
	Mínima	<0.01	20
	Media	Entre 0.01 y 0.1	15
	Moderada	Entre 0.1 y 1	10
	Fuerte	Entre 1 y 10	5
	Extrema	Entre 10 y 100	0

Observaciones	índices de fragmentación con rangos de fuerte y extremo con valores superiores a 10 presentan pérdidas críticas de cobertura de uso del suelo, lo cual se asocia a pérdidas de hábitat
---------------	--

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	
Nombre y Sigla	<b>Indicador Presión Demográfica – IPD</b>	
Objetivo	Medir la presión de la población sobre los diferentes tipos de coberturas naturales de la tierra.	
Definición	Mide la tasa de densidad de la población por unidad de análisis, lo cual indica la presión sobre la oferta ambiental en la medida en que, a mayor densidad mayor demanda ambiental, mayor presión, mayor amenaza a la sostenibilidad (Márquez, 2000). El tamaño de la población denota la intensidad del consumo y el volumen de las demandas que se hacen sobre los recursos naturales.	
Fórmula	IPD= d*r	
Variables y Unidades	d = densidad poblacional, r = tasa de crecimiento (intercensal)	
Insumos	Mapas de cobertura de la tierra (de los cuales se extraen las coberturas naturales) y dato de densidad por municipio.	
Observaciones	<p>Para la aplicación del indicador el autor calculó la tasa de crecimiento a partir de la siguiente expresión del crecimiento poblacional:</p> $N2=N1.e^{rt}$ <p>Donde : N1 = población censo inicial  N2 = población censo final  e = base de los logaritmos naturales(2.71829)  r = tasa de crecimiento  t = tiempo transcurrido entre los censos</p>	
Interpretación de la calificación	Rango	Descriptor
	IPD <1	La unidad expulsa población y la sostenibilidad podría mantenerse o recuperarse; presión de la población baja y sostenibilidad alta.

	IPD>1<10	Población y amenazas crecientes pero normales, presión de la población y sostenibilidad media.
	IPD>10	Crecimiento acelerado de la población; presión de la población alta
	IPD> 100	Crecimiento excesivo, grave amenaza a la sostenibilidad.
Observaciones		

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN				
Nombre y Sigla	Índice de ambiente crítico - IAC				
Objetivo	Identificar los tipos de cobertura natural con alta presión demográfica				
Definición	Combina los indicadores de vegetación remanente (IVR) y el índice de presión demográfica (IPD), de donde resulta un índice de estado-presión que señala a la vez grado de transformación y presión poblacional. Para calificar las áreas se adopta la matriz utilizada por Márquez (2000) con modificación				
Fórmula	Se califica a través de una matriz construida con el IVR y el IPD				
Variables y Unidades	IVR e IPD				
Insumos	Mapa actual de cobertura de la tierra (de donde se extraen las coberturas naturales) y mapa de presión demográfica por municipio.				
Interpretación de la calificación	Matriz de calificación del índice de ambiente crítico				
	Indicador de Vegetación Remanente	Índice de presión demográfica - IPD			
	Categorías	< 1	>1<10	>10<100	>100
	NT	I	I	II	II
	PT	I	I	II	II
	MDT	II	II	III	III
	MT	III	III	IV	IV
CT	III	III	IV	V	

	<p>NT: escasamente transformado, PT: parcialmente transformado, MDT: medianamente transformado, MT: muy transformado, CT: completamente transformado</p> <p>I: relativamente estable o relativamente intacto; conservado y sin amenazas inminentes.(calificación 20)</p> <p>II: vulnerable, conservación aceptable y/o amenazas moderadas-. Sostenible en el mediano plazo, en especial con medidas de protección. (calificación 15)</p> <p>III: en peligro, baja conservación y/o presiones fuertes. Sostenibilidad con probabilidades medias a bajas de persistencia en los próximos 15 años. (calificación 10)</p> <p>IV: crítico, conservación baja y presiones fuertes. Pocas probabilidades en los próximos 10 años.(calificación 5)</p> <p>V: muy crítico (extinto) sostenibilidad improbable; transformación radical y presiones muy elevadas. (calificación 0)</p>
Observaciones	

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	<b>Porcentaje (%) de áreas (Ha) restauradas en cuencas abastecedoras de acueductos.</b>
Objetivo	Cuantificar las áreas restauradas a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos municipales y/o rurales
Definición	Define y cuantifica las áreas restauradas y/o en proceso de restauración a través de acciones de reforestación, regeneración natural y/o aislamiento en el área de influencia de acueductos municipales y/o rurales
Fórmula	$(\text{Número de Ha restauradas en la cuenca abastecedora} / \text{total área cuenca abastecedora}) * 100$
VARIABLES Y UNIDADES	Ha coberturas naturales área total (Ha) cuenca abastecedora
Insumos	Cartografía con la delimitación de las cuencas y subcuencas, mapas de división Política administrativa. Mapas e inventarios de áreas para manejo y restauración de la Corporación en la cuenca

Interpretación de la calificación	Porcentaje de área (Ha)
Observaciones	

<b>COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO</b>
TEMÁTICA: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	<b>Porcentaje y Área (Ha) de Áreas Protegidas del SINAP</b>
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de las áreas protegidas del SINAP dentro de la extensión total de la cuenca de interés
Definición	Representa la participación en porcentaje de las áreas protegidas <b>i</b> dentro de un área de interés <b>h</b> .
Fórmula	$PAPih = [ATEih]/Ah \times 100$ (h = 1, 2 .... r)
Variables y Unidades	PAPih = porcentaje de áreas protegidas <b>i</b> en un área de interés <b>h</b> ATEi h = superficie total de las áreas protegidas <b>i</b> (ha) en un área de interés <b>h</b> Ah = superficie total del área de interés <b>h</b> (ha) r = número de áreas de interés
Insumos	Mapa de áreas protegidas del SINAP
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	Rango : $0 < PAPih < 100$ Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente <b>i</b> casi no existe en el área de interés <b>h</b> , y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Porcentaje de Áreas con otra Estrategia de Conservación del Nivel Internacional, Nacional, Regional y Local
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de áreas con estrategias de conservación del nivel internacional, nacional, regional y local dentro de la extensión total de la cuenca de interés
Definición	PAEC ih representa la participación en porcentaje de las áreas protegidas del nivel regional y local <b>i</b> dentro de un área de interés <b>h</b> .
Fórmula	$PAEC\ ih = [ATEih]/Ah \times 100$ $(h = 1, 2 \dots r)$
Variables y Unidades	<p>ATEi h = superficie total de las áreas protegidas <b>i</b> (ha) en un área de interés <b>h</b></p> <p>Ah = superficie total del área de interés <b>h</b> (ha)</p> <p>r = número de áreas de interés</p>
Insumos	Mapa de áreas protegidas del nivel internacional, nacional, regional y local.
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	<p>Rango : <math>0 &lt; PAECih &lt; 100</math></p> <p>Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente <b>i</b> casi no existe en el área de interés <b>h</b>, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés</p>

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	<b>Porcentaje de Área de Ecosistemas Estratégicos Presentes</b>
Objetivo	Definir la participación en porcentaje de los ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia ambiental del nivel regional y local dentro de la extensión total de la cuenca de interés.
Definición	Cuantifica la proporción de la abundancia de cada ecosistema en un área de interés. Es una medida de la composición del paisaje y permite comparar diferencias en tamaño entre los ecosistemas.
Fórmula	$PE_{ih} = [ATE_{ih}] / A_h \times 100$ (h = 1, 2 .... r)
Variables y Unidades	ATE <sub>i h</sub> = superficie total del ecosistema i (ha) en un área de interés h A <sub>h</sub> = superficie total del área de interés h (ha) r = número de áreas de interés
Insumos	Mapa de ecosistemas estratégicos y otras áreas de importancia del nivel regional y local
Interpretación de la calificación	Es un valor indicativo que no puede estar homologado a rangos entre 1 y 100%
Observaciones	Rango : $0 < PE_{ih} < 100$ Se acerca a 0 cuando el ecosistema correspondiente i casi no existe en el área de interés h, y aumenta a medida que se incrementa su presencia en la totalidad de la extensión del área de interés

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	<b>Índice del Estado Actual de las Coberturas Naturales</b>
Objetivo	Mostrar de manera consolidada los resultados de las calificaciones relacionadas con el estado actual por tipo de cobertura natural a través de los indicadores de vegetación remanente, tasa de cambio de la cobertura, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico (modificado de MAVDT, IGAC, 2010)
Definición	Cuantifica el estado actual por tipo de coberturas naturales de la tierra
Fórmula	Se integra la calificación de dos indicadores y dos índices, cada uno de estos



	tiene un peso de 25%, valor máximo de la suma de indicadores =80	
Variables y Unidades	Las variables están dadas por cada uno de los indicadores, unidad en valor absoluto	
Insumos	Calificación del indicador vegetación remanente, tasa de cambio de las coberturas naturales, índice de fragmentación e índice de ambiente crítico	
Interpretación de la calificación	Rango	Categoría
	Mayor de 60	Conservada
	Entre 41 y 59	Medianamente transformada
	Entre 21 y 40	Transformada
	Entre 1 y 20	Altamente transformada
	0	Completamente transformada
Observaciones		

<b>COMPONENTE FÍSICO BIÓTICO</b>
TEMÁTICA: EDAFOLOGÍA

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN		
Nombre y Sigla	<b>Porcentaje de las Áreas con Conflictos de Uso del Suelo</b>		
Objetivo	Evaluar las áreas con conflictos de uso del suelo en la cuenca		
Definición	Análisis y comparación entre las coberturas de la tierra y las unidades de capacidad de uso.		
Fórmula	$(\text{cobertura de uso de la tierra}) \div (\text{cobertura con capacidad de uso de la tierra}) =$ Mapa de conflictos de Uso de la Tierra.		
Variables y Unidades	Capacidad de uso y coberturas de la tierra.		
Interpretación de la calificación	Conflicto	Grado	Color
	Adecuado		

	Subutilizado	Ligero	
		moderado	
		Severo	
	Sobre utilizado	Ligero	
		Moderado	
		Severo	
Insumos	Estudio de suelo, puntos de muestreo, mapas de cobertura y capacidad de uso		
Observaciones	Este es un indicador se construye a partir de análisis y superposiciones cartográficas en donde se determina las zonas que poseen conflictos de uso de acuerdo a su capacidad o potencial de uso y el actualmente implantado en la cuenca.		

## COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

### TEMÁTICA: SISTEMA SOCIAL

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	<b>Densidad Poblacional – Dp</b>
Objetivo	Expresar la forma en que está distribuida la población a nivel municipal
Definición	Se refiere a la relación existente entre la cantidad de personas que viven en un territorio y la extensión del mismo.
Forma de medición	$Dp = \frac{Pt}{Ha}$

Unidades	Pt: Población total Ha: Hectáreas
Insumos	Censo DANE 2005 y mapa de división político administrativa
Observaciones	Esta fórmula está realizada de forma simple solo expresa <i>grosso modo</i> la densidad poblacional que se puede dar en un lugar determinado, para poder introducir otras variables y hacer un análisis con más profundidad se puede revisar la página del Instituto de Estudios Urbanos de Bogotá en la siguiente dirección electrónica: <a href="http://institutedeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0140/0144.htm">http://institutedeestudiosurbanos.info/endatos/0100/0140/0144.htm</a>
Interpretación de la calificación	Saber si existe concentración o dispersión de la población, se realiza a través de la comparación de la densidad poblacional entre dos o más jurisdicciones.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	<b>Tasa de Crecimiento – r</b>
Objetivo	Explicar en forma porcentual a qué ritmo crece una población determinada a nivel municipal.
Definición	Es la tasa que indica el crecimiento o decrecimiento de la población
Fórmula	$r = \frac{N - D + \text{Migr. Neta}}{\text{Población Total}} \times 100$
Variables y Unidades	N= nacimientos en un periodo determinado D= defunciones en un momento determinado Migr. Neta: migración neta Población total
Insumos	censo DANE 2005
Observaciones	La limitante de este indicador, es que no permite observar de manera diferenciada entre población femenina y masculina. Para observar más en detalle el indicador se puede revisar la cartilla de conceptos básicos e indicadores demográficos del DANE.

Interpretación de la calificación	<p>Está basado en un modelo aritmético, el supuesto básico consiste en que la población crece en un mismo monto (cantidad) cada unidad de tiempo.</p> <p>El tamaño de la población puede mantenerse constante, crecer o disminuir, lo que se determina a través de los procesos de entrada, es decir la inclusión de nuevos individuos a la población (nacimientos y migraciones) y por los procesos de salida, es decir la exclusión de individuos (defunciones e inmigraciones).</p>
-----------------------------------	--

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	
Nombre y Sigla	<b>Seguridad Alimentaria – SA</b>	
Objetivo	Determinar el nivel de seguridad alimentaria de la cuenca	
Definición	Entendida como la participación de la producción interna, medida en número de productos de la canasta básica alimentaria, respecto al número total de productos de canasta básica alimentaria.	
Fórmula	$SA = \frac{PCBA}{CBA} * 100$	
Variables y Unidades	PCBA: productos de la canasta básica alimentaria CBA: canasta básica alimentaria	
Insumos	Diagnósticos departamentales o municipales	
Observaciones	Solo permite observar la seguridad alimentaria en términos de los productos que se producen en la región, sin tener en cuenta la calidad, inocuidad, accesibilidad, entre otros aspectos. Sin embargo se presenta como una aproximación para determinar la disponibilidad de alimentos que tiene la región.	
Interpretación de la calificación	Calificación	Descripción
	Muy alta	Más del 60% de los productos se producen en la región.
	Alta	Entre el 40 y 60% de los productos se producen en la región.

	Media	Entre el 30 y 40% de los productos se producen en la región.
	Moderada	Entre el 25 y el 30% de los productos se producen en la región.
	Baja	Menos del 25% de los productos se producen en la región.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	<b>Porcentaje de Población con Acceso al Agua por Acueducto</b>
Objetivo	Cuantificar de la población que tiene acceso a este servicio.
Definición	Número de personas que pueden obtener agua con razonable facilidad, expresado como porcentaje de la población total. Es un indicador de la capacidad de los usuarios de la cuenca de conseguir agua, purificarla y distribuirla.
Fórmula	$(\text{Número de individuos con acceso al agua por acueducto} / \text{Población total del área en estudio}) * 100$
VARIABLES Y UNIDADES	Población total asentada en el cuenca en ordenación Número de individuos con acceso al agua: en las zonas urbanas el acceso "razonable" significa que existe una fuente pública o una canilla a menos de 200 metros del hogar. En las zonas rurales significa que los integrantes del hogar no tienen que pasar demasiado tiempo todos los días yendo a buscar agua. El agua es potable o no dependiendo de la cantidad de bacterias que contenga.
Insumos	DANE, diagnósticos departamentales o municipales
Observaciones	La población con acceso a este recurso se cuantificará, sin tener en cuenta o evaluar si las condiciones de calidad son aptas para consumo humano o no
Interpretación de la calificación	Porcentaje de población con acceso al agua por acueducto.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Porcentaje de Área de Sectores Económicos
Objetivo	Determinar las áreas con incidencia directa de los diferentes sectores

	económicos presentes en la cuenca a partir del análisis asociado al uso de la tierra.
Definición	Según el análisis desarrollado para la determinación de las coberturas de la tierra se puede asociar un uso a estas y a la vez se puede asociar un sector económico determinado a dichas unidades dependiendo de la actividad desarrollada.
Fórmula	$\% \text{ Área SE}_j = (\text{Área SE}_j / \text{At}) * 100$ <p>Dónde: SE<sub>j</sub> = cantidad de hectáreas asociadas al sector económico j.  j va desde 1.....n  At = área total de la cuenca.</p>
VARIABLES Y UNIDADES	Área de la cuenca y subcuencas, áreas destinadas a los diferentes sectores económicos.
Insumos	Mapa de coberturas de la tierra, análisis económico de la cuenca con análisis de sectores y actividades económicas.
Observaciones	Los sectores económicos a considerar son los reconocidos por el DANE, dentro de los que se tiene agricultura, industria y servicios.

## COMPONENTE GESTIÓN DEL RIESGO

### TEMÁTICA: AMENAZAS

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	<b>Porcentajes de Niveles de Amenaza (Alta y Media) por Inundación, Movimiento en Masa, Avenidas Torrenciales e Incendios forestales.</b>
Objetivo	Evaluar el grado de incidencia de amenaza alta y media en la cuenca hidrográfica por inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales.
Definición	Define el área de incidencia por tipo y nivel de amenaza que puedan presentarse en la cuenca hidrográfica
Fórmula	$PH\beta = (PPi / Pu) * 100$
Variables y Unidades	PH $\beta$ = porcentaje de área en nivel de amenaza (i) por tipos de amenazas PP i = área en nivel de amenaza alta y media (i) Pu = área de la cuenca
Insumos	Mapas de amenaza de inundación, movimientos en masa, avenidas torrenciales e incendios forestales.
Observaciones	El cálculo se tendrá que realizar de manera independiente para cada tipo y nivel de amenaza (alta y media).



## EVALUACIONES ECOLÓGICAS RÁPIDAS

Las evaluaciones ecológicas son análisis que generan información acerca de la biota y los procesos ecológicos de un área o región. La evaluación ecológica rápida es un tipo de evaluación ecológica que se especializa más en la caracterización de distribuciones de la biota que en la comprensión de los procesos ecológicos.

La metodología de evaluación ecológica rápida de autoría de The Nature Conservancy en su segunda versión en español (2002) recoge la experiencia de 10 años de implementación.

Está disponible en internet en:

[http://www.ceda.org.ec/descargas/biblioteca/Un\\_Enfoque\\_en\\_la\\_Naturaleza\\_Evaluaciones\\_Ecologicas\\_Rapidas.pdf](http://www.ceda.org.ec/descargas/biblioteca/Un_Enfoque_en_la_Naturaleza_Evaluaciones_Ecologicas_Rapidas.pdf)

La evaluación ecológica rápida es utilizada tanto para el estudio de vegetación como para el de fauna; se presentan aquí algunos apartes del proceso y esquema de muestreo de vegetación.

### CARACTERIZACIÓN INICIAL DEL TERRENO

Esta fase se realizará con base en el mapa de los tipos de cobertura. Consiste en la interpretación de imágenes (de satélite o de fotografías aéreas) para clasificar el terreno bajo estudio en un sistema de unidades de vegetación, típicamente en tipos de vegetación o clases de uso o cobertura de la tierra. Al delinear estos rasgos discernibles del terreno mediante imágenes se revelan el número y distribución de todos los distintos tipos de vegetación. La clasificación del área de estudio en tipos de vegetación es fundamental para el concepto de la evaluación ecológica rápida y la distingue de otros tipos de evaluaciones de la biodiversidad. La clasificación es preliminar y no es necesario identificar los tipos de vegetación durante la delineación inicial de rasgos, ya que estos serán necesariamente verificados en el subsecuente trabajo de campo.

Sin embargo, es extremadamente importante asignar toda el área terrestre que constituye el lugar de estudio a algún sistema de unidades de vegetación. Esta delineación de clases se requiere por dos razones principales: (1) para caracterizar y cartografiar la biodiversidad a nivel del terreno y (2) para establecer un esquema de muestreo dentro del cual se realizará el trabajo de campo. Una vez que el área se ha delineado de manera preliminar en tipos de vegetación, se pueden organizar el número y los detalles logísticos de las visitas de campo. El paso de la caracterización inicial del

terreno frecuentemente involucra misiones de reconocimiento del terreno con el fin de iniciar el proceso de identificación de las unidades de vegetación desconocidas y familiarizarse mejor con la zona.

#### IMPLEMENTACIÓN TRABAJO DE CAMPO

El equipo de campo consiste de científicos altamente especializados con experiencia. Los grupos muestrean el área visitando un número de localidades de muestreo preestablecidas dentro de tipos de vegetación representativos identificados durante la caracterización inicial del terreno.

Todos los datos de campo cuentan con georreferencia precisa usando la tecnología de sistema de posicionamiento global (GPS) para la subsecuente elaboración de mapas y el análisis de datos.

#### EL MÉTODO DE MUESTREO DE CAMPO

El muestreo de campo se efectúa en puntos localizados dentro de ejemplos preseleccionados de cada tipo de vegetación. Las localidades de muestreo no se determinan mediante estrategias de muestreo basadas en cuadrículas o transectos de gradientes ambientales. La selección de las unidades de vegetación que se van a muestrear, se deriva de un estudio del mapa de polígonos desconocidos producido durante la caracterización inicial del terreno. Este mapa contiene el conjunto de todas las unidades de vegetación (polígonos) en el área de estudio, del cual se escoge un subconjunto para la toma de muestras. Durante el trabajo de campo se llevan a cabo dos tipos de muestreos de vegetación: (1) muestreo de localidades en ciertos puntos con el fin de verificar el tipo de vegetación e identificar los grupos florísticos dominantes y (2) muestreo de parcelas en un subconjunto de estas localidades, con el fin de obtener información cuantitativa para estimación de la diversidad de plantas.

En inventarios de plantas las localidades de muestreo son puntos cuyas coordenadas se geolocalizan con precisión mediante un receptor GPS. Se identifican las especies encontradas en un área de 20 metros a la redonda de dicho punto. Las parcelas establecidas en la localidad de muestreo para cuantificar la diversidad miden, por lo general, 20 x 20 metros (en bosque) o 10 x 10 metros (en matorral o pastizal).

#### SELECCIÓN DE LOCALIDADES DE MUESTREO

Las localidades de muestreo dentro de unidades de vegetación se seleccionan mediante inspección visual de la imagen y su correspondiente mapa de polígonos desconocidos; se basan en representatividad, valor biológico conocido o sospechado, accesibilidad, proximidad a otros terrenos diferentes, nivel de amenazas y disponibilidad de información.

Mientras que el inventario ecológico tradicional pone énfasis en el muestreo de campo altamente objetivo basado en localidades cuyos pares de coordenadas son elegidos al azar, en transectos o en cuadrículas de muestreo desplegadas sobre el área de estudio completa, la evaluación ecológica rápida remarca el muestreo dentro de tipos de vegetación. Por lo general, este muestreo se determina con base en el acceso y la eficiencia. Aunque se toman muestras réplica, el proceso de muestreo no está diseñado de manera estadísticamente rigurosa, como es el caso del inventario ecológico tradicional. El conocimiento de la historia de disturbios a gran escala en el área es también muy importante porque tales disturbios tienen influencia en la biota.

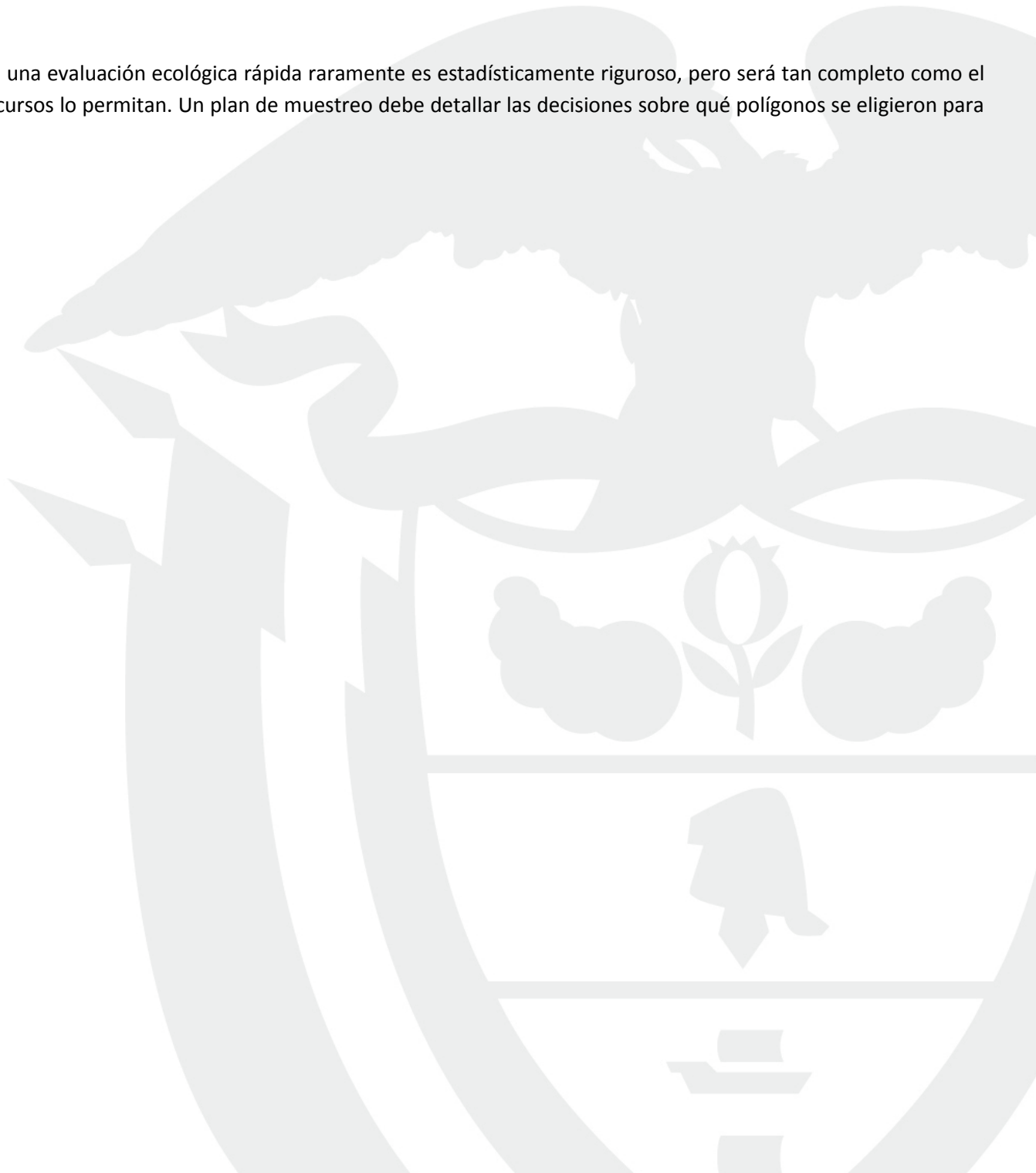
#### INTENSIDAD DEL MUESTREO

La intensidad del muestreo depende de la cantidad de información que se desea y de los recursos que apoyan el trabajo de campo. Durante la fase de planificación inicial deben sostenerse discusiones acerca de la intensidad de la toma de muestras. Es posible que haya restricciones de tiempo que limiten la habilidad de realizar muestreo de réplicas en ejemplos múltiples dentro de una misma comunidad vegetal. La metodología de muestreo más popular y menos costosa de la evaluación ecológica rápida consiste en caracterizar la vegetación y la distribución de ciertos *taxa* en un tiempo determinado mediante el trazado de mapas de tipos de vegetación y el registro de localizaciones de especies encontradas durante el trabajo de campo.

El principio de muestreo se basa en la representatividad, con réplicas, en todos los distintos tipos de vegetación.

Esto significa que todos los tipos de vegetación identificados a partir de la interpretación de imágenes deben visitarse y cada tipo debe muestrearse en múltiples localidades para poder capturar la variación dentro del mismo tipo de vegetación. Es necesario tomar muestras repetidas dentro de los tipos de vegetación para lograr confiabilidad. El énfasis en el muestreo por lo general está restringido a áreas naturales o con mínima alteración de origen humano. Independientemente de la intensidad de muestreo, todos los tipos de cobertura natural deben muestrearse.

El muestreo en una evaluación ecológica rápida raramente es estadísticamente riguroso, pero será tan completo como el acceso y los recursos lo permitan. Un plan de muestreo debe detallar las decisiones sobre qué polígonos se eligieron para el muestreo.



## Factores de clasificación capacidad del uso

DEGRADACIÓN (e)		PENDIENTE (p)	HUMEDAD (h)		SUELO (s)								CLIMA (c)				CLASE	USO PRINCIPAL	USOS ESPECÍFICOS				
EROSIÓN	MOV MASA		DRENAJE NATURAL	INUNDACIONES O ENCHARCAMIENTOS		PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	CLASE POR TAMAÑO DE PARTÍCULAS	FRAGMENTOS EN EL SUELO % POR VOLUMEN	PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL (%)	AFLORAMIENTOS ROCOSOS, ROCOSIDAD (%)	FERTILIDAD	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			DISTRIBUCIÓN DE LLUVIAS	PISO TÉRMICO				CONDICIÓN DE HUMEDAD	TEMPERATURA /HELADAS		
GRADO	ÁREA AFECTADA (%)			FRECUENCIA	DURACIÓN							SALINIDAD Y ALCALINIDAD		RELACIÓN CaMg								SATURACIÓN DE ALUMINIO (%)	% DE ÁREA AFECTADA
No hay	No hay	0-3	Bien drenado	No hay	No	>100	Franca fina	<3	<0,1	<0,1	Muy alta Alta Media	No	No hay	No hay	Normal	0-15	1,2	Cálido Templado Frio	Húmedo a seco	>12	1	CTI	PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE CULTIVO CONSULTAR IGAC (2007)
no hay ligera	No hay	0-3 3-7	Bien drenado Moderado	Raras	Extremadamente corta Muy corta	> 100 75-100	Franca fina Limosa fina Contrastadas	<3	<0,1	<0,1	Muy alta Alta Media	<5	No S1 Na a > 100 cm de profundidad	No Na	Estrecha >50 cm de profundidad	0-15	1,2	Cálido Templado Frio	Húmedo a seco	>12 - 1	2	CTI CPS	
No hay Ligera	No hay <5	0-3 3-7. 7-12.	Bien drenado Moderado Imperfecto pobre	Ocasionales	Extremadamente corta Corta Muy corta	> 100 75-100 50-75	Franca fina Limosa fina franca gruesa limosa gruesa permeables contrastadas	3-15.	0,1-3	0,1-2 2-10	Muy alta Alta Media Baja	5-15	No S1 S2 Na a > 100 cm de profundidad	No Na S1Na	Estrecha >50 cm de profundidad Invertida > a 50 cm de profundidad	15-30	1,2,3	Cálido Templado Frio	Húmedo a Seco	>12 - 2	3	CTS CPI CPS PIN	
No hay Ligera Moderada	5-25.	0-3 3-7. 7-12. 12-25	Moderadamente Excesivo Bien drenado Moderado Imperfecto Pobre Muy pobre	Frecuentes	Extremadamente corta Muy corta Corta Larga	> 100 75-100 50-75 50-25	Arenosa franca Limosa fina Franca gruesa Limosa gruesa Fina Muy fina Contrastada	15-35	3-15.	0,1-2 2-10 10-25	Muy alta Alta Media Baja Muy baja	15-50	No S1 S2 Na a > 100 cm de profundidad	No Na S1Na S2Na	Invertida < a 50 cm de profundidad 30-60 60-90 > a 50 cm de profundidad	1,2,3, 4,5	Cálido Templado Frio	Húmedo a Seco	>12 - 3	4	CPI CPS PEX AGS ASP SPA		

DEGRADACIÓN (e)		PENDIENTE (p)	HUMEDAD (h)		SUELO (s)										CLIMA (c.)				CLASE	USO PRINCIPAL	USOS ESPECÍFICOS		
EROSIÓN	MOV MASA		DRENAJE NATURAL	INUNDACIONES O ENCHARCAMIENTOS		PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	CLASE POR TAMAÑO DE PARTÍCULAS	FRAGMENTOS EN EL SUELO % POR VOLUMEN	PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL (%)	AFLORAMIENTOS ROCOSOS, ROCOSIDAD (%)	FERTILIDAD	CARÁCTERÍSTICAS QUÍMICAS			DISTRIBUCIÓN DE LLUVIAS	PISO TÉRMICO	CONDICIÓN DE HUMEDAD	TEMPERATURA /HELADAS					
GRADO	ÁREA AFECTADA (%)			FRECUENCIA	DURACIÓN							% DE ÁREA AFECTADA	SALES	SODIO								RELACIÓN Ca/Mg	SATURACIÓN DE ALUMINIO (%)
No hay Ligera	<5	0-3 3-7	Cualquiera	Muy frecuentes	Extremadamente corta Muy corta Corta Larga Muy larga	Cualquiera	Franca fina limosa fina franca gruesa limosa gruesa finas contrastadas	3-15 15-35	3-15 15-50	0.1-2 2-10	Cualquiera	< 75	No S1 S2 S3	No Na S1Na S2Na S3Na	Cualquiera	< 60	1,2,3,4,5	Cálido Templado Frio	Muy húmedo a muy seco	> 12	5	SPA FPR PEX	SE DEFINIRÁN SE ACUERDO CON PRINCIPAL LIMITANTE
No hay Ligera Moderada	25 - 50	25 - 50	Excesivo Moderado excesivo Bien drenado Moderado Pobre Muy pobre	Frecuentes	Muy corta Corta Larga Muy larga	> 100 75-100 50-75 50-25 <25	Arenosa franca limosa fina franca gruesa limosa gruesa franca gruesa fina muy fina contrastadas	35-60	15-50	0.1-2 2-10 10-25 25-50	Cualquiera	<50	No S1 S2 S3	No Na S1Na S2Na S3Na	Cualquiera	60 - 90	1,2,3,4,5	Cálido Templado Frio Muy frío	Pluvial a muy seco	> 8	6	CPI CPS AGS SPA ASP FPD	PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE CULTIVO CONSULTAR IGAC
No hay Ligera Moderada Severa	50-75	50-75	Excesivo Moderado excesivo Bien drenado Moderado Pobre Muy pobre	Frecuentes	Extremadamente Larga	Cualquiera	Arenosa franca limosa fina franca gruesa limosa gruesa franca gruesa fina muy fina contrastadas	> 60	50-90	0.1-2 2-10 10-25 25-50 50-90	Cualquiera	<75	No S1 S2 S3	No Na S1Na S2Na S3Na	Cualquiera	>90	1,2,3,4,5,6,7	Cálido Templado Frio Muy frío Extremadamente Frio	Pluvial a semiárido	> 4	7	FPR AGS	
Muy severa >75% del área	>75	>75	Cualquiera	Muy frecuentes	Extremadamente Larga	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	>90	0.1-2 2-10 10-25 25-50 50-90 >90	Cualquiera	>75	No S1 S2 S3 S4	No Na S1Na S2Na S3Na	Cualquiera	Cualquiera	1,2,3,4,5,6,7	Cálido Templado Frio Muy frío Extremadamente Frio Subnival	Pluvial a árido	Cualquiera	8	CRE FPR	ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

USOS PRINCIPALES DETERMINADOS POR LA CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS		
USO PRINCIPAL	DEFINICIÓN	SIMBOLO
CULTIVOS TRANSITORIOS INTENSIVOS	Cultivos con un ciclo de vida menor de un año que necesitan para su establecimiento alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada. Requieren suelos bien drenados, con profundidad efectiva moderada o mayor (>50cm) y fertilidad media a alta; no debe ocurrir erosión, pedregosidad, salinidad o alcalinidad y las inundaciones o encharcamientos son raros.	CTI
CULTIVOS TRANSITORIOS SEMI-INTENSIVOS	Tienen un ciclo de vida menor de un año y exigen para su establecimiento moderada o alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada; generalmente las tierras no soportan una explotación intensiva o están expuestas a algún riesgo de deterioro. Requieren suelos bien a moderadamente drenados; rara vez se presentan inundaciones o encharcamientos; la profundidad efectiva es mayor a 25 cm, y el nivel de fertilidad varía de bajo a alto; no hay erosión, ni problemas de sales; puede ocurrir poca pedregosidad; el relieve es plano a moderadamente inclinado u ondulado con pendientes inferiores al 25%.	CTS
CULTIVOS PERMANENTES INTENSIVOS	Cultivos con ciclo de vida mayor de un año que requieren para su establecimiento alta inversión de capital, adecuada tecnología y mano de obra calificada. No necesitan laboreo frecuente del suelo, ni lo dejan desprovisto de cobertura vegetal por periodos largos de tiempo, Los suelos aptos para este tipo de cultivos deben ser bien a moderadamente bien drenados, planos a ligeramente quebrados con pendientes menores del 25%, puede ocurrir erosión ligera y la profundidad efectiva supera los 50 cm (moderada); la fertilidad oscila entre baja y alta; admiten poca pedregosidad e inundaciones ocasionales o menores de corta duración.	CPI
CULTIVOS PERMANENTES SEMI-INTENSIVOS	Tienen un ciclo de vida mayor de un año y requieren para su establecimiento inversión moderada de capital, tecnología adecuada y mano de obra calificada. Los suelos aptos para este tipo de uso deben tener las siguientes características: drenaje bueno a imperfecto, profundidad efectiva mayor de 25 cm, fertilidad baja o mayor, erosión moderada o menor, inundaciones ocasionales, pedregosidad moderada y salinidad ligera; el relieve puede ser quebrado con pendientes 50% o menores.	CPS
PASTOREO INTENSIVO	Este tipo de explotación ganadera utiliza paquetes tecnológicos que aseguran altos rendimientos en la explotación. El pastoreo se desarrolla bajo programas de ocupación de potreros con alta capacidad de carga (generalmente mayor de dos reses por hectárea) durante períodos de tiempo relativamente cortos y suministro de riego suplementario cuando sea necesario; uso de ganado seleccionado, alimentación suplementaria y controles fitosanitarios adecuados; en consecuencia, se necesita alta inversión de capital, alta tecnología y mano de obra calificada. Los suelos aptos para esta actividad deben ser: bien drenados, moderadamente profundos a profundos, con un nivel de fertilidad media o mayor, sin erosión y con muy poca presencia de fragmentos gruesos; admiten salinidad ligera únicamente e inundaciones raras. El terreno debe ser plano a ligeramente inclinado con pendientes que no superen el 7%.	PIN
	Involucra la utilización de paquetes tecnológicos que aseguran moderados rendimientos en la explotación ganadera; se desarrolla el	



USOS PRINCIPALES DETERMINADOS POR LA CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS		
USO PRINCIPAL	DEFINICIÓN	SIMBOLO
PASTOREO SEMI-INTENSIVO	pastoreo bajo programas de ocupación de potreros con mediana capacidad de carga (generalmente mayor de una res por cada dos hectáreas); requiere moderadas prácticas de manejo, especialmente en lo relacionado con rotación de potreros, aplicación de fertilizantes, uso de ganado seleccionado y controles fitosanitarios adecuados; en consecuencia se necesita moderada o alta inversión de capital, moderada, tecnología y mano de obra calificada. Las condiciones edafológicas disminuyen en calidad lo suficiente para impedir una actividad ganadera intensiva; por ejemplo, el drenaje oscila entre bueno y pobre, la fertilidad entre baja y alta y la profundidad efectiva es mayor a 25 cm. Pueden ocurrir erosión ligera, inundaciones ocasionales; pedregosidad moderada y salinidad ligera.	PSI
PASTOREO EXTENSIVO	Utiliza algunos paquetes que aseguran, al menos, mínimos rendimientos en la explotación ganadera; se desarrolla bajo programas de ocupación de potreros con baja y muy baja capacidad de carga, generalmente menor de una res por cada dos hectáreas; requiere prácticas de manejo, especialmente en lo relacionado con aplicación de fertilizantes y controles fitosanitarios adecuados. Las características que limitan el uso del suelo a pastoreo extensivo son la pendiente del terreno (25-50%) y/o la baja productividad de las tierras. El drenaje oscila desde excesivo a pobre, la profundidad efectiva es mayor de 25 cm, pueden ocurrir inundaciones frecuentes, abundante pedregosidad y contenido medio de sales.	PEX
SISTEMAS AGRO SILVÍCOLAS	Corresponde a la combinación de cultivos transitorios y/o permanentes con especies forestales para producir alimentos en suelos muy susceptibles al deterioro generalmente por las pendientes fuertes en las que ocurren (hasta del 50%). El drenaje es bueno a imperfecto, pueden presentarse inundaciones ocasionales, pero la profundidad efectiva supera los 50 cm. Las opciones para establecer sistemas agrosilvícolas son varias: cultivos transitorios y bosque productor, cultivos transitorios y bosque protector productor, cultivos permanentes y bosque productor, cultivos permanentes y bosque protector-productor.	AGS
SISTEMAS AGRO-SILVO-PASTORILES	Corresponde a actividades agrícolas, forestales y ganaderas combinadas en cualquiera de las siguientes opciones: cultivos y pastos en plantaciones forestales, cultivos y pastos arbolados, cultivos y pastos protegidos por barreras rompevientos y cercas vivas. Igualmente otras como cultivos transitorios, bosque productor y ganadería intensiva, cultivos transitorios, bosque productor y ganadería semi-intensiva, cultivos transitorios, bosques protector productor y ganadería extensiva, cultivos permanentes, bosque productor y ganadería intensiva.	ASP
SISTEMA SILVO-PASTORIL	Involucra la producción de forraje entre el bosque plantado y las pasturas arboladas; en consecuencia, las alternativas de uso pueden ser ganadería intensiva y bosque productor; ganadería semi-intensiva y bosque productor; ganadería extensiva y bosque productor.	SPA
SISTEMA FORESTAL PRODUCTOR	Sistemas forestales destinados a satisfacer la demanda industrial de productos derivados del bosque; este tipo de productos está relacionado con maderas, pulpas y materias primas farmacéuticas y de perfumería. Las tierras de vocación forestal, en general, son aquellas que por la	FPD



USOS PRINCIPALES DETERMINADOS POR LA CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS		
USO PRINCIPAL	DEFINICIÓN	SIMBOLO
	topografía quebrada y escarpada con pendientes superiores al 25% necesitan cobertura vegetal permanente como escudo contra la acción de los procesos erosivos; la plantación forestal meramente productora se ubica en los suelos de ladera con pendientes 25-50-75%, bien drenados, moderadamente profundos y con un nivel bajo o mayor de fertilidad	
SISTEMAS FORESTALES PROTECTORES	Están destinados a la protección de las laderas contra procesos erosivos o al mantenimiento y desarrollo de la vegetación nativa, o a la conservación de especies maderables en vía de extinción, o como protección de recursos hídricos. En general, en estas áreas no se debe desarrollar ningún tipo de actividad económica.	FPR
ÁREAS PARA LA CONSERVACIÓN y/o para RECUPERACIÓN DE LA NATURALEZA	Las primeras forman parte de ecosistemas frágiles y estratégicos para la generación y la regulación del agua como es el caso de los páramos. Las segundas corresponden a tierras degradadas por procesos erosivos, de contaminación y sobreutilización por lo que requieren acciones de recuperación y rehabilitación.	CRE