

PLAN ESTRATÉGICO MACROCUENCA MAGDALENA CAUCA

DOCUMENTO SOPORTE

INFORME DIAGNÓSTICO

DIAGNÓSTICO

Unión Temporal Macrocuencas Magdalena – Cauca y Caribe.

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

EConcept.

Optim Consult

Contenido del Capítulo 2

2	Capítulo	203
2.1	ESTRATEGIA DE NEGOCIACIÓN CON ACTORES CLAVES.....	205
2.1.1	Objetivos de la estrategia.....	207
2.1.2	Enfoque conceptual.	208
2.1.3	Metodología e Implementación de la estrategia.....	210
2.1.4	Temáticas identificadas de manera preliminar para la firma de Acuerdos	222
2.2	PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE TALLERES.....	224
2.3	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES CLAVE.	234
2.3.1	Fase de Línea Base.....	235
2.3.2	Modelo Conceptual y Construcción de contextos generales a partir del análisis de casos.	237
2.3.3	Análisis preliminar de instrumentos de planificación y desarrollo.	240
2.3.4	Análisis de Estructuras de Cálculo de Información Oficial.	242
2.3.5	Revisión de modelos estructurados y de la Configuración espacial del análisis.....	246
2.3.6	Talleres de Diagnóstico	252
2.3.7	Análisis Estructural de Variables Claves con MICMAC.	254
2.4	ANÁLISIS DIAGNÓSTICO MULTITEMPORAL.....	265
2.4.1	Oferta y demanda	265
2.4.2	Calidad del Recurso Hídrico e Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL	286
2.4.3	Población.....	373
2.4.4	Sector Agropecuario.....	388
2.4.5	Sector Industrial	449
2.4.6	Empleo.....	459
2.4.7	Finanzas Públicas.....	469
2.4.8	Cobertura del Suelo.....	486
2.4.9	Ecosistemas terrestres y de Agua Dulce	504
2.4.10	Áreas marino costeras.....	511
2.4.11	Seguridad Alimentaria.....	514
2.4.12	Pesca Artesanal en agua dulce	518
2.4.13	Navegabilidad.....	520

2.4.14	Riesgo Asociado al Recurso Hídrico.....	527
2.4.15	Institucionalidad.....	570
2.4.16	Relación de producción entre Macrocuencas.....	609
2.5	VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS AMBIENTALES.	612
2.5.1	El agua como bien de interés público y las externalidades por el uso del recurso hídrico como sumidero de residuos.....	616
2.5.2	Pesca artesanal un recurso natural de acceso abierto.....	653
2.5.3	Transporte fluvial, el uso no consuntivo del agua y la competitividad del sector productivo.	657
2.5.4	Desastres asociados con el agua	665
2.5.5	Preservación de la biodiversidad.	668
2.6	ANÁLISIS INTEGRADO DE ESTUDIOS DE CASO.	675
2.6.1	Consideraciones económicas.	675
2.6.2	Consideraciones institucionales.	678
2.6.3	La evaluación de políticas y proyectos en las Macrocuenca.....	680
2.7	CONCLUSIONES.	683
2.8	GLOSARIO.....	684
2.9	BIBLIOGRAFÍA.....	686
2.10	ANEXO 1. MEMORIAS DE TALLERES.....	701
2.11	ANEXO 2. MÉTODOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL.....	776
2.11.1	Análisis “Conjoint”	777
2.11.2	Valoración Contingente.....	779
2.11.3	Precios Hedónicos	780
2.11.4	Función de Daño.....	782
2.11.5	Función de Producción de Salud.	783
2.11.6	Transferencia de Beneficios	784
2.12	ANEXO 3. ESTUDIOS DE CASO	791
2.12.1	AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	791
2.12.2	AGRICULTURA	835
2.12.3	HIDROENERGIA.....	836
2.12.4	INUNDACIONES	841
2.12.5	NAVEGACION.....	859

2.13 ANEXO 4. EMBALSES DE COLOMBIA Y SUS USOS 866

Este capítulo incluye el resultado del análisis de la información recopilada en los talleres de la fase de diagnóstico los análisis relacionados con las variables claves identificadas mediante un proceso en el cual los talleres son una parte importante. De igual manera, para la realización de éste capítulo, se recopiló la información de estudios, proyectos e investigaciones llevadas a cabo por entidades como Cormagdalena, IDEAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y demás institutos de investigación y entidades oficiales nacionales e internacionales, que tienen relación con el manejo y/o estado de los recursos naturales y el recurso hídrico en zonas de la Macrocuenca, de tal manera que se cuente con una perspectiva integral en el análisis de los factores que generan o que pueden generar cambios importantes en la Macrocuenca.

El capítulo presenta por un lado las relaciones funcionales que existen entre las diferentes regiones analizadas a nivel de subzonas hidrográficas de esta Macrocuenca, y por otro, la identificación de patrones comunes que permiten elaborar modelos generales de su dinámica y factores claves que tienen la posibilidad de incidir total o parcialmente en el funcionamiento de la Macrocuenca como un sistema. Esto como un primer paso en la construcción de una base de información que permita el diálogo regional e intersectorial en torno al uso, conservación y manejo de los recursos hídricos de esta Macrocuenca.

En el capítulo se encontrará la sección 2.1 que explica la estrategia de negociación para abordar las siguientes fases del proyecto, fase de análisis estratégico y fase de lineamientos de política. Este capítulo incluye una descripción clara de lo que la estrategia debe lograr, el enfoque metodológico de la misma y la descripción de su implementación.

En la sección 2.2 del presente informe se encontrará una descripción completa de cómo se planificaron y desarrollaron los 6 talleres de la fase de diagnóstico. El anexo número uno se encontrarán las memorias detalladas de cada taller.

En la sección 2.3 se describe de forma precisa el proceso metodológico para identificar variables claves con miras a la construcción de un modelo de dinámica de sistemas de la Macrocuenca, como se podrá revisar en el mencionado capítulo este proceso surtió una serie de pasos que condujeron mediante métodos cuantitativos y cualitativos a la identificación, ordenación y clasificación de las variables claves.

La sección 2.4 presenta el análisis diagnóstico multitemporal, este diagnóstico que aborda las variables claves identificadas, está dividido en los temas que agrupan dichas variables, Oferta y Demanda de Agua, Dinámica de la Población, Sectores Agropecuario, sector Industrial, Finanzas públicas, Cobertura del Suelo, Ecosistemas terrestres y de agua dulce, seguridad alimentaria, pesca artesanal y navegabilidad entre otros.

Finalmente, en la sección 2.5 se presenta una valoración económica de los principales servicios ecosistémicos relacionados con el recurso hídrico, se presentan en este capítulo cuantificaciones que apoyen el proceso de negociación en cuanto al valor económico que la sociedad asigna a los

diferentes servicios ecosistémicos, agua para los diferentes usos consuntivos y no consuntivos. Uso de los cuerpos de agua para el transporte de personas y mercancías y la pesca artesanal entre otros.

2.1 ESTRATEGIA DE NEGOCIACIÓN CON ACTORES CLAVES.

En este capítulo se presenta la estrategia de negociación cuyo objetivo es “lograr los acuerdos específicos para que los actores clave adopten los lineamientos y directrices del Plan Estratégico de las respectivas Macrocuencas” (ASOCARS, 2012). En este orden de ideas, la estrategia de negociación tiene como núcleo central la facilitación de acuerdos sobre temas de bien común para la sociedad; no la negociación de conflictos particulares entre dichos actores.

La estrategia de negociación, adicionalmente, tiene como fin que los actores efectivamente contribuyan a la implementación del Plan Estratégico que debe conducir a la realización de un “modelo deseado de desarrollo de la Macrocuenca”. Eso es, un modelo de gestión del recurso hídrico y de los demás recursos naturales renovables en la Macrocuenca que sea socialmente equitativo, económicamente eficiente y socialmente viable. El involucramiento de los actores claves se busca bajo la premisa que su participación activa facilitará el fin último de la estrategia que es la optimización equitativa de los territorios y de sus recursos.

La estrategia de negociación apoya el proceso de formulación del plan estratégico de la Macrocuenca. Este plan debe garantizar, entre otros, que:

- 1) El ordenamiento del recurso hídrico no se desarrolle de manera parcial y aislada entre las diferentes unidades geográficas y/o político-administrativas al interior de la Macrocuenca (subzonas hidrográficas, municipios, departamentos, jurisdicciones CAR, etc.)
- 2) La gestión del recurso hídrico tenga en cuenta las externalidades existentes entre las unidades geográficas y/o político-administrativas de la Macrocuenca, de tal forma que los servicios ambientales que pueden ser afectados positiva o negativamente y los agentes que provocan y perciben las externalidades por la modificación de dichos servicios analicen de forma conjunta sus actuaciones particulares.
- 3) El desarrollo económico y social de cada unidad geográfica y/o político-administrativa de la Macrocuenca (subzonas hidrográficas, municipios, departamentos, jurisdicciones CAR, etc.) se planee y suceda de forma articulada entre las diferentes unidades geográficas y/o político-administrativas, buscando maximizar el bienestar de la sociedad en términos de disponibilidad y uso del recurso hídrico, y los demás recursos naturales.
- 4) Las unidades hidrogeográficas de la Macrocuenca que comparten jurisdicción político-administrativa entre instituciones de los niveles nacional, regional o local cuenten con criterios de planeación complementarios y armónicos.

Lo anterior implica la acción coordinada de diferentes actores gubernamentales y de la sociedad civil. Las distintas acciones de planeación, control y ejecución pública y privada producen resultados sociales y económicos en cada una de la Macrocuencas. En consecuencia, la articulación de dichas acciones con los lineamientos estratégicos ayudará a que los resultados generales sean el producto de un ordenado y planeado accionar de los diferentes actores. Lo contrario no necesariamente generaría resultados socioeconómicos positivos.

Como se mencionó anteriormente, los diferentes actores deben articular sus acciones teniendo presentes lineamientos estratégicos comunes que permitan lograr metas que maximicen el bienestar de la sociedad. En el caso de la construcción del plan estratégico de la Macrocuenca, se tiene como premisa de trabajo que la articulación entre actores sea el producto de un ejercicio de consenso entre ellos. De acuerdo con el decreto 1640 del 2 de agosto 2012 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en su artículo 11 sobre la competencia y formulación del plan estratégico, éste debe ser construido de forma participativa. En el artículo 12 del mencionado Decreto se establece que el plan estratégico (PE) debe producirse en el marco de una serie de instrumentos de planificación del territorio y del uso del recurso hídrico que también se formulan de forma participativa. Por lo anterior, la estrategia para lograr consensos es un asunto fundamental en el proceso de formulación del PE.

Una revisión cuidadosa del proceso de formulación de la Política Nacional Para la Gestión Integral del Recurso Hídrico durante el 2009 y 2010, del ejercicio de la Misión Gobernanza del Agua durante el 2011 y 2012, y del Decreto 1640 del 2 de agosto 2012, entre otros, permite identificar actores que pertenecen a una de las siguientes categorías:

Tabla 2.1. Actores según Dimensión de Gobernanza del agua

Dimensión Económica	Dimensión Social
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Autoridad Nacional (ANH, ANM, ANI, AUNAP, UPME, UPRA) ✓ Organismo Administrativo (Empresas de Servicios Públicos del Estado) ✓ Organización Gremial (Servicios públicos, hidroenergía, agrícolas, industriales) ✓ Sociedad Portuaria (Cartagena, Barranquilla, Santa Marta) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Institución social y humanitaria (Defensa Civil, Bomberos) ✓ Organismo Administrativo (JAL, CREPAD, CLOPAD, Personerías, Defensorías) ✓ Organizaciones de la sociedad civil (Asociaciones de Profesionales, de Universidades, de Representantes electos por votación popular, ONG Ambientales, Asociaciones de comunidades étnicas)
Dimensión Ambiental	Dimensión Político-Administrativa
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Autoridad Ambiental Regional (CAR's) ✓ Institutos de Investigación ✓ Ministerio Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. ✓ Organismos Administrativos (Procuradurías División Ambiental, Autoridades Ambientales Urbanas) ✓ Secretarías municipales de Ambiente ✓ Unidad Administrativa Especial (PNN) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Altas Consejerías ✓ Autoridad Nacional (DIMAR) ✓ Ente Gubernamental (Alcaldías, Departamentos, Presidencia) ✓ Ministerios (Comercio, Transporte, Interior, Minas y Energía, Agricultura, Salud, Vivienda) ✓ Organismo Administrativo (Consejos de desarrollo regional, Fuerza pública)

Fuente: UT Macrocuencas

Los intereses y metas de planeación, control, ejecución pública y privada respecto del recurso hídrico y del uso de los demás recursos naturales de este grupo de actores son de naturaleza diversa. Estos intereses no están necesariamente alineados.

El territorio de la Macrocuena está estructurado institucionalmente en un arreglo complejo de municipios, gobernaciones, corporaciones autónomas regionales, y empresas industriales y comerciales del Estado. Todas estas instituciones poseen autonomía administrativa, presupuestal y financiera consagrada en la Constitución Política. Adicionalmente, en algunas partes de la Macrocuena existen territorios ocupados tradicionalmente por minorías étnicas las cuales, por mandato constitucional, tienen el derecho de participar en la construcción de políticas públicas que afectan su territorio. Finalmente, el devenir de la Macrocuena está determinado por las actividades de planeación y regulatorias, las políticas y los proyectos de los principales ministerios sectoriales (Medio Ambiente, Minas y Energía, Agricultura y Vivienda).

En este escenario de complejidad institucional, es evidente que un plan formulado sin consultar las realidades y expectativas regionales y sectoriales difícilmente contarán con la legitimidad necesaria para hacerse efectivos. Es, por lo tanto, indispensable que el plan estratégico se nutra de las perspectivas regionales y sub-regionales, así como sectoriales, de aquellos actores cuyas decisiones pudiesen afectar de manera significativa el devenir del territorio de la Macrocuena.

La formulación del plan estratégico para la Macrocuena debe incorporar, entonces, procesos participativos y de consulta para las fases de análisis, diagnóstico, y, fundamentalmente, para la definición de objetivos. Los objetivos acordados entre los actores, que en su conjunto deben contribuir a una cuenca funcional y sostenible (ambiental, económica y socialmente), son la base para la formulación de “Lineamientos y Directrices” (LD). Estos LD se harán finalmente efectivos a través sus propios instrumentos de planificación (ej. Planes de Desarrollo Departamental, Planes Estratégicos de Ministerios, Planes Estratégicos gremiales, sectoriales etc.).

2.1.1 **Objetivos de la estrategia.**

El proceso de identificación y construcción de consensos con los actores clave tiene como objetivos:

- ✓ Que los principales actores claves comprendan los objetivos, el alcance, las etapas y beneficios de la formulación del plan, para que puedan participar efectivamente durante el proceso de formulación.
- ✓ Que la formulación del plan cuente con una línea base y un diagnóstico validado, particularmente en cuanto a la evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales, así como la capacidad de asimilación de la Macrocuena para soportar el desarrollo.
- ✓ Que las “variables clave” se identifiquen en un proceso que recoja la perspectiva, intereses, visiones, etc., de los actores claves sobre el territorio y su funcionamiento.
- ✓ Que la formulación del plan estratégico para la Macrocuena cuente con un modelo de desarrollo deseado concertado.
- ✓ Que la formulación del plan estratégico para la Macrocuena incorpore el acuerdo sobre una priorización de áreas y objetivos de calidad en los principales ríos o cuerpos de agua, que permitan alcanzar el modelo deseado de la Macrocuena.

- ✓ Que la formulación del plan estratégico para la Macrocuenca incorpore acuerdos sobre los principales usos y criterios de calidad, cantidad y disponibilidad de agua (caudal ambiental) en los grandes tramos de los ríos Magdalena y Cauca.
- ✓ Que se concreten los acuerdos para la adopción de los lineamientos y directrices que deban ser implementados para alcanzar el modelo deseado en la Macrocuenca.

A continuación se describe el proceso diseñado para alcanzar estos objetivos.

2.1.2 Enfoque conceptual.

Conceptualmente, la estrategia de negociación se encuentra enmarcada en un conjunto de desarrollos teóricos relacionados con el Estado, las empresas y las organizaciones de la sociedad civil. Generalmente, en la literatura relevante sobre el tema se presenta como deseable una relación fluida entre las tres instancias. La experiencia muestra que si esta relación es estable y colaborativa, el bienestar de la sociedad se maximiza. Para que esta colaboración entre Estado, empresas y sociedad civil sea efectiva, se requiere un Estado eficiente, fuerte, democrático, un sector empresarial socialmente responsable y expresiones de la sociedad civil enfocadas objetivamente en el bienestar de sus representados.

El Estado tiene un papel crucial en el proceso de relacionamiento entre las empresas y la sociedad civil. Lo anterior, por cuanto define, mediante un conjunto de políticas públicas, los sectores privados y públicos sujetos de apoyo gubernamental, así como las inversiones relacionadas con el desarrollo social y económico. En el marco de la formulación de los PE, el Estado es el eje articulador del proceso de formulación. Los marcos institucionales y regulatorios deben servir de contexto para el proceso de participación de las dimensiones de la gobernanza del agua en la discusión y acuerdos propuestos en el proceso de formulación del PE.

La construcción de acuerdos dentro de la formulación del plan estratégico es una herramienta para la identificación de temas claves que involucren a las distintas dimensiones de la gobernanza del agua y de los recursos del territorio. En este orden de ideas es probable que existan diferentes grados de desarrollo de situaciones que ameriten solución informada, respaldada con argumentos cuantitativos y enfocados en el bienestar de la sociedad. En general se trata de soluciones que incluso puedan incorporar sendas de construcción de información adicional y de trámites posteriores a la formulación misma del plan estratégico.

En la teoría, se reconocen, en general, dos enfoques o estrategias principales para abordar una negociación: una estrategia “basada en intereses” (también llamada “integrativa” o “cooperativa”) y una estrategia “basada en posiciones” (también llamada “competitiva” o “distributiva”). En la primera, los negociadores buscan crear valor adicional en la negociación mediante la consideración de alternativas nuevas que puedan beneficiar los intereses de ambas partes. Estas alternativas, con frecuencia, no estaban contempladas inicialmente como la primera o más deseable opción por ninguna de las partes. Este enfoque se describe metafóricamente como “aumentar el tamaño de la torta”. En contraste, la estrategia “basada en posiciones” aborda la negociación como un “juego de

suma cero”¹ en donde las partes deben enfocarse en reclamar para sí el valor que está en disputa (metafóricamente, a apropiarse la mayor parte de “la torta” que puedan). En la práctica, estos dos enfoques son arquetipos extremos, y la mayoría de negociaciones son, en realidad, el resultado de una combinación de ambas estrategias, donde los negociadores tratan de crear valor y también de reclamarlo (Lax & Sebenius, 1992).

Tomando en cuenta lo anterior, la estrategia de negociación para la formulación del Plan Estratégico apunta a (1) “aumentar el tamaño de la torta” mediante la consideración del mayor número de alternativas posibles que tienen los actores para avanzar sus objetivos estratégicos, y (2) la identificación de conflictos y sinergias entre las acciones propuestas por los actores clave y sus objetivos estratégicos, que sirva como base para un intercambio de concesiones mutuas.

Siguiendo a (Dauder & Bilbao, 2003) la estrategia está conceptualmente soportada en tres fases que si bien se presentan como separadas y consecutivas, sucederán de manera traslapada y a diferentes ritmos según la temática a abordar.

Fase I: La Definición y los Límites

En esta fase de la estrategia se definen asuntos fundamentales para cada temática identificada como relevante mediante el proceso dinámica de sistemas que permitirá evaluar el grado de influencia de cada factor clave (Análisis de sensibilidad) en el desarrollo de la Macrocuena, la estructura del problema que se desea abordar y los involucrados en el proceso (Cada temática tiene diferentes involucrados).

Fase II: Dinámica de la negociación

Esta fase se desarrolla dentro de un proceso de planificación que reconoce la importancia de los asuntos procedimentales como la ubicación geográfica de las acciones relacionadas con talleres, el orden de las temáticas y el calendario de las actividades que componen la construcción de acuerdos.

La estrategia, como se explicará más adelante en la sección que describe la implementación de estrategia, cuenta con los siguientes canales de comunicación e instancias de interacción:

- ✓ Comunicación Permanente usando medios electrónicos (Página WEB interactiva, correo electrónico y foros virtuales).
- ✓ Reuniones Dirigidas a Temáticas Específicas.
- ✓ Talleres de Diagnóstico.
- ✓ Talleres de Análisis Estratégico.
- ✓ Talleres de Lineamientos y Directrices.

¹ Término económico empleado para describir cualquier tipo de transacción financiera en la que los beneficios de los ganadores igualan exactamente a las pérdidas de los perdedores.” Tomado de la página web: <http://www.economia48.com/spa/d/juego-de-suma-cero/juego-de-suma-cero.htm> Recuperado en Febrero de 2013.

✓ Reuniones Dirigidas a Análisis y Firma de Acuerdos.

La estrategia propone el reto de la comunicación permanente a través de los medios electrónicos y las reuniones dirigidas a temáticas que revistan importancia estratégica, siguiendo los términos de referencia la estrategia desarrollan tres rondas de talleres regionales en 6 ciudades de Colombia, de tal forma que se cubran las dos vertientes importantes de la Macrocuenca (Río Cauca y Río Magdalena) en sus partes alta, media y baja. Esta distribución geográfica busca ampliar el nivel de interacción con los actores involucrados en las temáticas y que se encuentran localizados en las áreas geográficas de interés para cada uno de los diferentes talleres. En total, se desarrollarán 18 talleres regionales en diferentes momentos, la descripción de propósito de estos talleres se realizará en el siguiente numeral.

Siguiendo el trabajo de (Kelly, 1966) y de (Dauder & Bilbao, 2003) se prevé que dentro de la fase dinámica de la negociación se presenten dos dilemas:

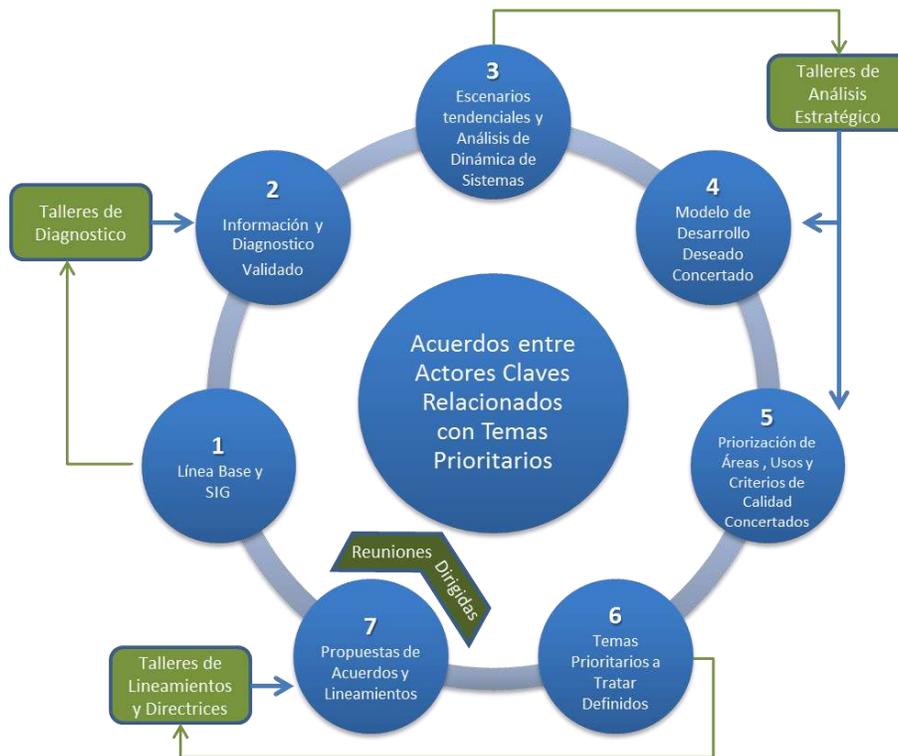
- El dilema de la confianza: Este dilema sugiere la interrogante relacionada con el sesgo de información que las partes trataran de imponer en el proceso, es preciso suponer que la información será parcial e interesada. Este dilema, que puede presentarse durante los talleres y las reuniones temáticas, se superará en el caso de la formulación de los PE con una buena organización de la información relacionada con cada temática. Este problema puede ser más significativo en las reuniones temáticas de finalización del proceso de formulación del PE, espacio de tiempo para el cual ya se ha validado, en los talleres y reuniones temáticas intermedias, la información que el equipo consultor aportará al proceso de análisis y firma de acuerdos.
- El dilema del *ahondamiento en las concesiones*. Si bien la teoría de la negociación afirma que las concesiones son necesarias en el proceso, dado que acercan intereses, no se puede en dichas concesiones perder los intereses propios ni la imagen del proceso.

En general, para afrontar de manera adecuada los dos dilemas descritos, el equipo consultor proporcionará la información a su debido tiempo. Dejará clara las expectativas del proceso sin comprometerlo, buscará incidir en la voluntad de llegar a acuerdos y buscará de manera efectiva una comunicación adecuada. Para mitigar el efecto del *dilema del ahondamiento* en las concesiones, se propone que exista un equipo con representatividad del gobierno en cabeza del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

2.1.3 Metodología e Implementación de la estrategia.

La estrategia para lograr consensos hace parte central del proceso de formulación del PE. Esto debido a la necesidad de que lo acordado sea efectivamente acogido por los instrumentos de menor jerarquía. La estrategia funciona acorde a la lógica de formulación del plan descrita en la siguiente ilustración.

Ilustración 2.1. Lógica de formulación del Plan Estratégico.



Fuente: UT Macrocuencas.

La ilustración describe un ciclo que debe culminar en acuerdos sobre lineamientos de política como producto de: una recopilación de información con fines de planeación estratégica; un análisis de dinámica de sistemas; un modelo de desarrollo deseado concertado; una priorización de áreas concertada de usos y criterios de calidad, y; temas prioritarios identificados.

La estrategia está diseñada para desarrollarse mediante un proceso de comunicación permanente. En dicho proceso, existen cuatro momentos de interacción con propósitos definidos y dentro de los cuales la comunicación busca objetivos particulares y consecutivos hacia la construcción de los acuerdos. Estos momentos son:

- Momento 1 en la Fase de Diagnóstico: Este momento está compuesto por la construcción de una línea base y de un diagnóstico validado en la primera ronda de talleres. En esta fase, el proceso de comunicación busca, en primera instancia, la creación de un grupo de acompañamiento en el análisis de la información, En segundo lugar busca contextualizar la formulación del plan estratégico en marco de la política hídrica nacional, y llevar la discusión al nivel estratégico que la formulación del plan debe tener. El grupo consultor en interacción con el grupo de actores clave identificará y clasificará los temas o factores clave, y validará la evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales en la Macrocuena. Además hará sus aportes hacia la definición y alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico.

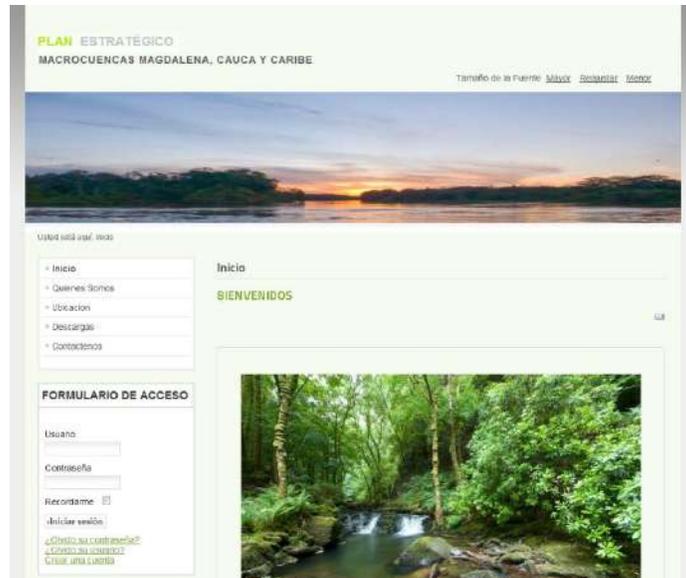
- Momento 2 en la Fase de Análisis Estratégico: Compuesto por los numerales 3, 4 y 5 de la ilustración anterior; incluye la ronda de talleres sobre análisis estratégico. En esta fase se busca pasar del nivel de acompañamiento y validación de la información de línea base y diagnóstica a un nivel de concertación del modelo de desarrollo deseado de la Macrocuena. Esta fase supone el establecimiento de metas y un análisis prospectivo de los sectores representados por los diferentes actores claves. En este nivel es probable que no exista consenso en torno al modelo de desarrollo deseado.
- Momento 3 en la Fase de Lineamientos y Directrices: Compuesto por los numerales 6 y 7 de la ilustración anterior; incluye la ronda final de talleres sobre lineamientos y directrices. En esta fase se busca encontrar acuerdos sobre la forma de alcanzar el modelo de desarrollo deseado. Esta fase supone un nivel de interacción concentrado en acciones por parte de los actores clave para lograr el modelo de desarrollo deseado. En este nivel, es probable que se revelen posiciones de algunos actores que no concuerden con el imaginario mayoritario sobre el camino para llegar al modelo de desarrollo deseado.
- Momento 4 durante las reuniones dirigidas a análisis y firmas de acuerdos: Finalmente la estrategia prevé una serie de reuniones dirigidas al logro y firma de acuerdos entre los niveles más altos de representación de los actores clave. Es decir, entre aquellos actores con capacidad de acordar lineamientos estratégicos, de comprometerse con su desarrollo y de coordinar y exigir su efectiva implementación. Comunicación Permanente usando medios electrónicos.

2.1.3.1 Comunicación Permanente mediante Medios Electrónicos.

Se ha diseñado una página WEB que permite compartir documentos entre el grupo de actores clave vinculados al proceso de formulación del plan estratégico. Este canal de comunicación tiene la posibilidad de desarrollar foros virtuales. La página cuenta con la posibilidad de autenticación de usuarios y los visitantes de la misma pueden cargar sus documentos a la página de forma tal que estudios o análisis regionales importantes sean tenidos en cuenta durante el proceso de formulación de los PE.

Portada principal de la página (<http://www.Macrocuencas.com>), esta página se accederá desde la página del MADS.

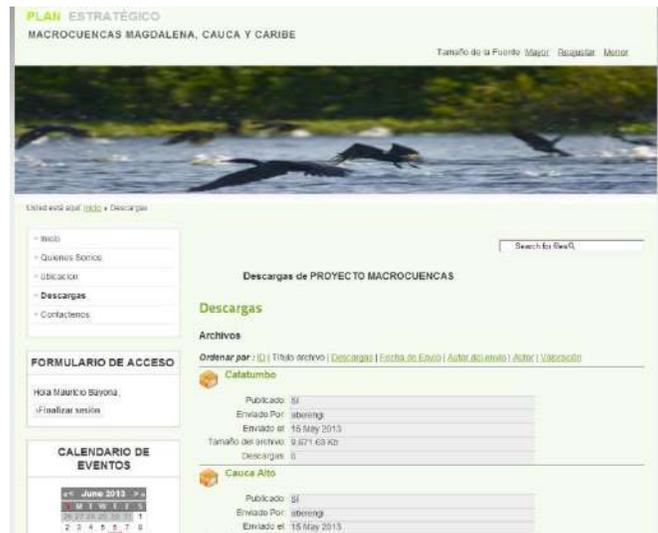
Ilustración 2.2. Portada principal de la página Web de Macrocuencas.



Fuente: UT Macrocuencas.

Como puede apreciarse en la imagen anterior, la página cuenta con un formulario de acceso. Este formulario permite, con diferentes niveles de privilegio, acceder a documentos o cargarlos, de tal forma que los temas puedan discutirse de manera sectorizada entre actores clave que el equipo consultor y la mesa técnica decidan. En la siguiente ilustración se presenta la pantalla de un usuario validado y con acceso a la descarga de documentos.

Ilustración 2.3. Visor de Descargas.



Fuente: UT Macrocuencas.

A través de la página se difundirá por lo menos la siguiente información, previo visto bueno del interventor:

- ✓ Informe de Línea Base

- ✓ Informe de Diagnóstico
- ✓ Presentación y Memorias de los Talleres de Diagnóstico
- ✓ Informe de Fase de Análisis Estratégico
- ✓ Presentación y Memorias de los Talleres de Análisis Estratégico
- ✓ Presentación y Memorias de los Talleres de Lineamientos de Política
- ✓ Informes de reuniones bilaterales
- ✓ Plan estratégico formulado

2.1.3.2 Reuniones Dirigidas a Temáticas Específicas

Estas reuniones son más intensas en la primera parte de la estrategia de negociación, pero pueden suceder durante cualquier momento del proceso de formulación. Los grupos de interés considerados son:

- Sector Servicios Públicos
- Sector Agropecuario
- Sector Minería
- Sector Transporte
- Sector Hidroenergía
- Sector Industria
- Intereses Ambientales
- Entes territoriales
- Social

Cada una de las reuniones se desarrollará bajo un objetivo específico de búsqueda o análisis de información. Algunas pueden ser preparatorias de la negociación de temas prioritarios.

Hasta la fecha se han desarrollado reuniones de temas específicos con:

Tabla 2.2. Reuniones desarrolladas.

Actor	Tema
TNC	Prioridades de conservación terrestre, Portafolios de conservación de agua dulce.
CORMAGDALENA	Navegabilidad y planes de recuperación de la navegabilidad del río Magdalena.
ACOLGEN	Hidrogenación de energía en Colombia, planes de expansión del sector y posibilidades de multipropósitos de la infraestructura.
Embajada de Francia	Creación de fondo para financiación de infraestructura relacionada con el recurso hídrico, esquema de pagos por usos del agua. Institucionalidad de la planeación estratégica en Europa.
Embajada de los Países Bajos	Asesoría general sobre el proceso de formulación de los PE.
IDEAM	Análisis e interpretación de la información del ENA 2010.

Fuente: UT Macrocuencas

2.1.3.3 Talleres de Diagnóstico

Como se explica en el capítulo 2.1 se desarrollaron 6 talleres de diagnóstico, mediante técnicas visuales un facilitador experto condujo los talleres con los siguientes momentos.

- **Primer Momento:** Sensibilización y Aprestamiento
- **Segundo Momento:** Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma
- **Tercer Momento:** Identificación y clasificación de temas o factores Clave
- **Cuarto Momento:** Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales

Los talleres de diagnóstico se desarrollaron con los siguientes principios básicos:

a. Metodología activa. A partir del avance del diagnóstico se contrastan y apropian las preguntas, temas y variables claves sobre la evolución de la Macrocuenca. Esta metodología constructivista e inductiva combina permanentemente los avances obtenidos por el equipo consultor con la elaboración conceptual y la práctica concreta de los diferentes actores de las macro cuencas.

a. Valoración de la experiencia previa. Los ejercicios planteados en la sesión utilizan como insumos básicos, las experiencias y los conocimientos individuales y colectivos de los diferentes actores. Las preguntas propuestas se relacionan directamente con el avance en el diagnóstico y, por tanto, facilitan la apertura de espacios para su cualificación y complementación.

b. Comunicación. La comunicación se realiza con base en el trabajo y en la actividad de grupos. En esta metodología grupal, de carácter interdisciplinario, los participantes se benefician del conocimiento, de la experiencia y de las propuestas de los otros. Facilita por tanto la construcción futura de acuerdos.

c. Aplicabilidad. Los ejercicios y preguntas a desarrollar se incorporan directamente a la fase de diagnóstico que se está culminando. De esta manera es concordante con las necesidades del proceso de formulación del plan estratégico y a las demandas de comunicación futura con los actores de las macro cuencas.

d. Bases para la construcción de consensos. El diseño y la presentación del taller invitan a una adición permanente de reflexiones grupales que le permiten a cada actor enriquecer el acervo de alternativas concretas para identificar y resolver posibles conflictos.

e. Técnicas de visualización. Los talleres se desarrollan con base en las técnicas de visualización utilizadas por la Agencia de Cooperación Alemana GIZ (tableros, tarjetas con diferentes colores y motivos, Video Beam y presentaciones, entre otros), que se despliegan con dinámicas individuales y de grupo.

Estos talleres se desarrollaron por parte del equipo consultor con la ayuda de un facilitador con amplia experiencia en la conducción de este tipo de metodologías. El rol del facilitador en los talleres fue:

- ◆ **Generar una atmósfera agradable** para facilitar la comunicación entre los integrantes del grupo y para estimular el surgimiento de relaciones interpersonales basadas en la simpatía mutua.

- ◆ **Facilitar la comunicación de conceptos y la transferencia de instrumental técnico por parte del equipo consultor y de Minambiente** a través de las presentaciones, la introducción teórica a las dinámicas grupales, la orientación de las discusiones y las respuestas a las inquietudes de acuerdo a la situación.
- ◆ **Resolver discusiones frontales**, de tipo dilemática (es A o es B), que refuerzan sistemas rígidos de pensamiento y de acción, e impiden posteriores procesos de concertación.
- ◆ **Señalar los puntos de partida falsos** en las discusiones grupales, como podría ser el comenzar a trabajar con un concepto de carácter "científico" y abstracto sin un previo cuestionamiento desde la experiencia de los participantes (v.g. concepto de plan estratégico).

En el capítulo 2.1 se explicará el desarrollo de los talleres; en el anexo 1 se encontrarán las memorias de los diferentes talleres.

2.1.3.4 Talleres de Análisis Estratégico

En estos talleres se busca concertar el modelo de desarrollo deseado de la Macrocuenca, la priorización de áreas, usos y criterios de calidad en grandes tramos de los ríos en la Macrocuenca. Para este propósito, en los talleres se aplicarán métodos que permitan evidenciar (1) las agendas de los actores clave; (2) su repertorio de acciones para avanzar su agenda, y; (3) su percepción del impacto que pueden tener las acciones de otros actores sobre sus propios objetivos.

Con el fin de facilitar el diálogo entre los actores clave y cumplir con dicho objetivo, se aplicará la metodología *World Café*. Esta última contribuirá a la creación de un escenario participativo, el acceso a la inteligencia colectiva, la comunicación asertiva y el intercambio de experiencias.

La metodología se aplica de la siguiente manera:

1. Se conforman mesas de trabajo (de 4 a 5 personas). Cada mesa cuenta con un anfitrión y un tema clave de análisis del cual se desprenden de 5 a 6 preguntas previamente diseñadas. Los participantes de la mesa responden las preguntas.
2. Los miembros de cada mesa, excepto el anfitrión, se trasladan a la mesa contigua. El anfitrión de cada mesa recibe al nuevo grupo y da a conocer los resultados del trabajo realizado por el grupo anterior. Los nuevos miembros de la mesa proceden a responder las preguntas. El anfitrión debe promover que el grupo que llega logre mayor profundización en las respuestas.
3. Una vez hayan circulado todos los participantes del taller por las diferentes mesas y hayan respondido a las preguntas correspondientes, cada anfitrión procede con la consolidación de los resultados frente a su tema clave.
4. Se realiza una plenaria en la cual cada anfitrión presenta los resultados y estos se plasman en un tablero.
5. El facilitador lee las conclusiones
6. Se cierra el ejercicio.

Colección de palabras clave como técnica de apoyo en el desarrollo del taller.

Se deberá trabajar con palabras claves solamente, al menos que sea para producir preguntas y/o planes de trabajo. Dar solamente de 10 a 20 minutos. Se puede hacer mini grupos (2 personas), pero la discusión deberá ser de no más de 2 minutos por individuo o mini grupo. Para contestar a las preguntas se puede utilizar palabras claves y oraciones.

La técnica de "palabras clave" escritas en las cartulinas constituye una técnica efectiva, involucrando a todos los participantes en temas difíciles y/o susceptibles.

- Si, el grupo por taller es de 10 personas es necesario limitarse a 60 cartulinas, 6 cartulinas por persona.
- Las cartulinas no deberán ser colgadas en los tableros hasta que todas hayan sido recogidas. Esto es importante para evitar la copia u omisión de ideas.
- Teniendo en cuenta que las respuestas tienden a tener factores negativos y positivos se entregaran tarjetas de dos colores para diferenciar los factores. Por ejemplo, cartulinas rojas y blancas.
- El flujo de ideas no debe de ser restringido la limitación de cartulinas, deberá de ser flexible.

Adicionalmente a la técnica de Colección de Palabras se usará la técnica de "nubes de ideas", en esta técnica el moderador al recoger las cartulinas las colgará en los tableros en forma indiscriminada. En un grupo grande se pueden generar varios puntos de vista. Al analizar todas las ideas, éstas se agruparán por su similitud, generando "NUBES" (estas nubes se producen al reunir cartulinas con ideas similares).

Cada idea distinta se colgará aparte, produciendo otra nube. Al finalizar cada nube se bordeará con un marcador. Ninguna cartulina será descartada, aunque la idea expresada no sea clara, lógica o coherente.

Ninguna persona está en la obligación de perder su anonimato. Si en una cartulina hay más de una idea o la misma puede ir en diversas nubes, ésta se cuelga en el medio de las dos agrupaciones o se escribe otra cartulina igual y se cuelga en la nube correspondiente.

Lo mismo se hará con las ideas donde surjan dudas (de donde pertenece la idea) de esta manera se evitarán discusiones.

Cada nube se le pondrá un título para poder distinguirlas en las discusiones siguientes. Al finalizar se habrá obtenido un mapa de nubes las cuales están constituidas de ideas individuales y agrupadas por consenso mutuo.

Las técnicas en general usan la visualización efectiva como herramienta de trabajo, para una visualización correcta se debe tener en cuenta:

- ✓ Todos los miembros deberán tener libre acceso a los tableros.
- ✓ El material óptico deberá ser expuesto durante toda la reunión.

- ✓ El taller de trabajo deberá estar arreglado de tal manera que haya fácil acceso a los tableros y que las sillas se puedan mover para hacer los grupos
- ✓ Todo participante deberá entender las reglas del proceso.
- ✓ Todo participante tendrá acceso a las cartulinas y marcadores.
- ✓ Es necesario explicar las reglas que orientan la escritura en tarjetas y la metodología antes de empezar.
- ✓ Se debe tener mucha sensibilidad al agrupar las tarjetas para tener en cuenta las sugerencias de los participantes. Es el grupo el que decide dónde debe ser ubicada la tarjeta, no el capacitador.
- ✓ Si una tarjeta no se puede clasificar claramente en una categoría, se puede duplicar esa tarjeta y ubicarla simultáneamente bajo varios grupos temáticos.
- ✓ Se formula y se visualiza en el tablero la pregunta que el grupo debe resolver.
- ✓ Se reparten a todos los participantes marcadores y tantas tarjetas como sean necesarias.
- ✓ Se asigna el tiempo suficiente tiempo para que puedan llenar las tarjetas.
- ✓ Se coleccionan las tarjetas y se mezclan, especialmente si para la composición del grupo o para la temática es importante que se mantenga el anonimato de las respuestas.
- ✓ Se van leyendo las tarjetas mostrándolas al grupo
- ✓ Conforme se leen, se agrupan temáticamente en el tablero con la ayuda de los participantes.

Ilustración 2.4. Distribución de palabras clave.



Fuente: UT Macrocuencas con información de (Candelo, Ortiz, & Unger, 2003)

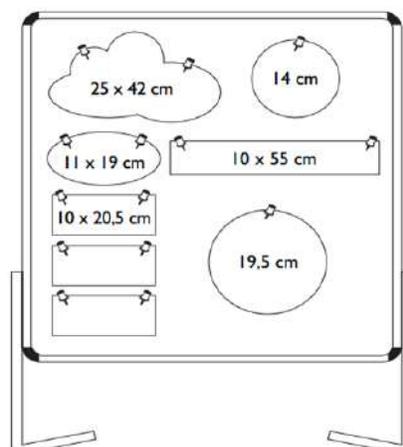
Finalmente se busca para cada grupo de tarjeta una palabra o frase clave que se le pone como título.

En esta sesión se usarán tarjetas de distintas formas y colores de acuerdo con la estructura del mensaje y la necesidad de resaltar y ordenar las ideas.

- **Los rectángulos pequeños:** para las ideas y la información.
- **Los óvalos:** para los títulos que encabezan grupos de ideas e información recopiladas en los rectángulos.
- **Los rectángulos largos:** para los títulos de los temas de las sesiones o para las preguntas de los trabajos en grupo.
- **Los círculos:** para resaltar, estructurar o evaluar algo.

- **Las nubes:** para títulos o preguntas importantes o generales.

Ilustración 2.5. Técnica de visualización de palabras clave.



Fuente: (Candelo, Ortiz, & Unger, 2003)

¿Qué materiales se utilizarán para desarrollar la sesión de trabajo?

- ✓ Tableros o paredes forrados en papel periódico o de papelógrafo.
- ✓ Cartulinas de colores (las medidas pueden variar según la necesidad) Rectángulos, óvalos o círculos.
- ✓ Marcadores de colores (al menos uno para cada participante).
- ✓ Goma, tijeras, cinta adhesiva, alfileres, hojas de papel periódico o de papelógrafo.

Por último, se utilizará la siguiente ficha perfil del desarrollo general de los talleres como herramienta de gestión y de supervisión para proporcionar información organizada, permitiendo comparar los resultados con lo que se planificó para dichas actividades.

La evaluación del taller incluirá:

I. Logística del Taller

Detalles a evaluar:	1 Insatisfecho	2 Poco Satisfecho	3 Satisfecho	4 A Gusto	5 Muy a Gusto
Salón y dotación del lugar					
Alimentación (Refrigerios)					
Materiales del Taller					
Convocatoria					

II. Dinámica de Grupo

Detalles a evaluar:	1 Insatisfecho	2 Poco Satisfecho	3 Satisfecho	4 A Gusto	5 Muy a Gusto

Participación de los asistentes					
Trabajo grupal					
Acuerdos para seguimiento					

III. Tallerista

Detalles a evaluar:	1 Insatisfecho	2 Poco Satisfecho	3 Satisfecho	4 A Gusto	5 Muy a Gusto
Puntualidad y manejo del tiempo					
Facilitación del grupo (Moderación)					
Resolvió / atendió mis inquietudes					
Conocimiento del tema					

VI. Contenidos y didáctica

Detalles a evaluar:	1 Insatisfecho	2 Poco Satisfecho	3 Satisfecho	4 A Gusto	5 Muy a Gusto
Enfoque conceptual y metodológico					
Temáticas tratadas					

Así mismo, los actores clave cuentan con el siguiente material.

- Documentos temáticos
- Catálogo de subzonas
- Formato de análisis

Los actores clave organizados en los cuatro grupos de los intereses de las dimensiones de la gobernanza del agua, analizan cinco documentos temáticos relacionados con los siguientes objetivos de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico: “Oferta hídrica”, “Demanda”, “Calidad”, “Riesgo” y “Gobernanza”, el cual se integra transversalmente a las primeras cuatro temáticas. Con base en estas temáticas, se establecieron intereses estratégicos a partir de los cuales se realizarán las discusiones y análisis.

Las temáticas e intereses se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2.3. Documentos Temáticos e intereses estratégicos.

Temática	Interés Estratégico
Oferta Hídrica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Productividad por unidad de área agrícola y Pecuaria. ✓ Expansión de la Frontera Agrícola y Pecuaria. ✓ Cambio de Cobertura Natural de las Subzonas Estratégicas.
Demanda	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reducción de Pérdidas Técnicas Sistemas de Abastecimiento. ✓ Uso eficiente en el Sector Industrial, Domestico y Agropecuario. ✓ Soluciones de Abastecimiento (Almacenamiento, trasvase, etc.) ✓ Localización de la Actividad Agrícola y Pecuaria.

Temática	Interés Estratégico
Calidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Control de Vertimientos agrupaciones Industriales. ✓ Soluciones de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas. ✓ Contaminación difusa. ✓ Control de Vertimientos Industria Minera.
Riesgo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Localización de los Asentamientos Humanos. ✓ Cobertura Natural de las zonas activas y rondas hídricas. ✓ Regulación hidráulica en infraestructura de almacenamiento.
Gobernanza	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coordinación institucional, gremial y de actores sociales. ✓ Seguimiento y monitoreo del plan estratégico. ✓ Reducción de conflictos alrededor del recurso hídrico.

Fuente: UT Macrocuencas.

De otra parte, el catálogo de subzonas consiste en un libro que contiene el mapa general de la Macrocuenca y la ubicación por código de las subzonas hidrográficas, lo cual les permite a los actores clave espacializar sus intereses estratégicos según subzonas hidrográficas. Adicionalmente, cada subzona hidrográfica presenta información de población, PIB industrial, área agropecuaria, área natural protegida, entre otros, con el fin de contextualizar más detalladamente al actor clave.

Con relación a los formatos de análisis, para cada temática se realiza un formato con los intereses estratégicos descritos previamente, de tal manera que cada actor clave ubique sus intereses dentro del marco de análisis de los talleres y realice la espacialización mencionada anteriormente.

Un ejemplo del formato de análisis de la temática de “Calidad” se presenta a continuación.

Ilustración 2.6. Ejemplo de formato de análisis de la temática “Calidad”.

Calidad del Recurso Hídrico		Tipo de Actor Clave _____	
Interés Estratégico	Agenda/Plan de actor clave	Subzonas Prioritarias	¿Qué facilita o dificulta el alcance del interés estratégico?
Control de vertimientos industria manufacturera <u>¿Cómo debería ser?</u>	¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico? ¿Cómo afecto el alcance del interés estratégico?		¿Qué facilita el alcance del interés estratégico? ¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?
Control de vertimientos industria minera <u>¿Cómo debería ser?</u>	¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico? ¿Cómo afecto el alcance del interés estratégico?		¿Qué facilita el alcance del interés estratégico? ¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?
Otros Intereses Estratégicos:	¿Cómo me afecta el alcance del interés estratégico? ¿Cómo afecto el alcance del interés estratégico?		¿Qué facilita el alcance del interés estratégico? ¿Qué dificulta el alcance del interés estratégico?

Fuente: UT Macrocuencas

Finalmente, los integrantes del equipo consultor exponen en plenaria las conclusiones recopiladas en cada una de las temáticas, así mismo reciben observaciones de precisión o cambio sobre dichas conclusiones. La idea de este momento es que la recopilación realizada por el equipo consultor sea validada por la totalidad de asistentes y los temas técnicos, políticos y procedimentales relacionados con la discusión queden plasmados de forma adecuada en las memorias del taller.

2.1.3.5 Talleres de Lineamientos y Directrices

Esta ronda de talleres también se realizará con la metodología y técnicas descritas en el numeral anterior. El análisis de lo recogido en las primeras dos rondas permitiría a la Unión Temporal y a la Mesa Interinstitucional identificar las principales áreas estratégicas para la formulación de lineamientos y directrices. Preliminarmente se anticipan como áreas estratégicas para la formulación de lineamientos y directrices:

- Instrumentos económicos y pagos por uso del agua.
- Inversión pública para la gestión del recurso hídrico y fuentes de financiación.
- Fortalecimiento institucional y acciones tendientes al control y la regulación.
- Ajustes a la normatividad vigente para dar paso a escenarios nuevos de acción de los agentes claves.
- Necesidades de información

2.1.3.6 Reuniones Dirigidas a Análisis y Firma de Acuerdos.

Idealmente, en estas reuniones participarían representantes con capacidad de decisión y con capacidad para coordinar, dirigir, co-financiar y hacer exigible el acatamiento de los lineamientos y directrices acordados. El objetivo de estas reuniones será el análisis y firma de acuerdos para la implementación de los lineamientos y directrices en cada una de las áreas estratégicas, y para asegurar la incorporación de esos lineamientos en los instrumentos de planificación existentes.

Para estas reuniones el grupo consultor preparará borradores de acuerdos que sirvan de punto de partida para la negociación y que incorporen, en la medida de lo posible, los asuntos claves recogidos a lo largo de los talleres regionales conducentes a la construcción de un modelo deseado de cuenca. Lo anterior, en últimas, para lograr que los lineamientos y directrices del Plan Estratégico sean efectivamente incorporados como elementos fundamentales de los instrumentos de planificación de menor jerarquía (POMCAS, POT, Planes de desarrollo, planes de administración y manejo del territorio de comunidades afrodescendientes e indígenas, etc.)

Los resultados de esta ronda estarían incluidos en el informe de la Fase IV. Lineamientos y Directrices.

2.1.4 Temáticas identificadas de manera preliminar para la firma de Acuerdos

De acuerdo con el análisis de variables claves realizado en la fase II del proceso de formulación del Plan Estratégico, de los adelantos realizados en los modelos de dinámica de sistemas correspondientes a la fase tres y del análisis completo sobre la información diagnóstica y

multitemporal incluida en este informe, los temas identificados de manera previa para la realización de acuerdos se describen en la siguiente tabla:

Tabla 2.4. Temáticas y áreas de interés estratégico para la firma de acuerdos.

Temática	Modelo Dinámica de Sistemas	Interés Estratégico
Población y Vivienda	Subsistema Doméstico	Dinámica Poblacional Demanda de Agua Doméstica Saneamiento Básico Salud
	Subsistema Riesgo (Desastres asociados con el Agua)	Afectados por desastres asociados al agua (Inundación, deslizamiento y avalancha).
Conservación	Subsistema de Conservación	Regulación Hídrica. Coberturas Naturales. Prioridades de Conservación. Servicios Ecosistémicos.
Agropecuario	Subsistema Agropecuario	Demanda de agua en riego y demanda potencial del sector agropecuario Seguridad Alimentaria Área en producción y Productividad por unidad de área de cultivos transitorios, permanentes y pastos Empleo Agrícola Calidad del Agua
Industrial	Subsistema Industrial Manufacturero	Demanda de Agua del Sector Industrial Manufacturero. Finanzas públicas (ICA) Empleo Calidad del Agua.
	Subsistema Industrial Minero	Demanda de Agua del Sector Industrial Minero. Producción y reserva Finanzas públicas (ICA, Regalías) Impactos de la Minería en Calidad del Agua. Empleo
	Subsistema Hidrogeneración	Demanda y Oferta de Energía Potencial de regulación hidráulica
Transporte	Subsistema Navegabilidad	Demanda de transporte de carga Competitividad Kilómetros de canal navegable, Profundidad Efectiva y estabilidad de riberas

Fuente: UT Macrocuencas.

Los acuerdos incluirán el efectivo compromiso de los representantes en cada uno de los temas, se espera de estos acuerdos que existan lineamientos precisos para los POMCAS, POT y Planes de Desarrollo Departamentales y Municipales. En general los acuerdos incluirán temáticas que puedan

ser incorporadas en los planes sectoriales y los planes institucionales que promueven el desarrollo sectorial.

2.2 PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE TALLERES.

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 11 del Decreto 1640 de 2012, los Planes Estratégicos constituyen un instrumento de planificación, el cual debe ser formulado de manera participativa, debido a que conforman el *“marco para la formulación, ajuste y/o ejecución de los diferentes instrumentos de política, planificación, planeación, gestión, y de seguimiento existentes.”*

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario generar un espacio de participación en el cual se establezca la interacción con diferentes actores relacionados con la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Por consiguiente, se planean tres rondas de talleres en las fases II, III y IV del Plan Estratégico.

La primera ronda de talleres que se desarrolla en el marco del proceso de formulación de los Planes Estratégicos (PE) en la fase de diagnóstico, busca involucrar actores clave con alto nivel de conocimiento y decisión acerca del recurso hídrico en la Macrocuenca, con el fin de validar las variables clave identificadas para la misma mediante la información presentada en la Línea Base, de tal manera que exista coherencia entre los planteamientos del PE y los intereses de los actores clave, teniendo como objetivo la Gestión de los recursos naturales renovables y el ordenamiento ambiental del territorio.

De igual manera, según los lineamientos del Decreto 1640 de 2012 y lo determinado por (ASOCARS, 2012), los objetivos de los talleres correspondientes a la fase de diagnóstico se mencionan a continuación.

- *Iniciar un grupo de análisis y acompañamiento para la formulación de los Planes Estratégicos*

- *Identificación y clasificación de temas o factores Clave que inciden en la gestión del agua en la Macrocuenca.*
- *Validar la información recolectada sobre la evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales. Así como de la capacidad de asimilación del desarrollo.*
- *Analizar los alcances de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.*

De otra parte, el Decreto 1640 de 2012 determina que el enfoque de los PE debe ser nacional y de largo plazo. Esto implica que en los talleres se deben abordar conflictos y oportunidades con implicaciones a escala de la Macrocuenca, dejando el detalle de conflictos locales a otros instrumentos y espacios tales como los POMCAS, POT, entre otros.

Con relación al desarrollo de los talleres, de acuerdo a lo establecido por (ASOCARS, 2012), se realiza un taller por cada zona hidrográfica de la Macrocuenca. Por lo anterior, se llevan a cabo seis talleres.

Para la selección de las ciudades en las cuales se van a desarrollar los talleres, se tienen en cuenta las ciudades capitales más representativas, que faciliten las condiciones de desplazamiento, acceso y movilidad, entre otras. Así mismo, de acuerdo al cronograma de desarrollo de la Fase de Diagnóstico, se seleccionan las fechas para llevar a cabo los seis talleres, de tal manera que entre las tres rondas de talleres que se planean, exista un tiempo apropiado para llevar a cabo la etapa de análisis de los mismos y se lleven a cabo los cambios y ajustes pertinentes.

Las ciudades y fechas seleccionadas para la primera ronda de talleres, se presentan en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5. Desarrollo Primera Ronda de Talleres.

Macrocuenc a	Zona	Ciudad	Fecha Taller
Magdalena	Alta	Bogotá	Mayo 8 de 2013
Magdalena	Media	Bucaramanga	Mayo 22 de 2013
Magdalena	Baja	Barranquilla	Mayo 24 de 2013
Cauca	Alta	Cali	Junio 6 de 2013
Cauca	Media	Medellín	Mayo 30 de 2013
Cauca	Baja	Sincelejo	Mayo 31 de 2013

Fuente: UT Macrocuencas

Con relación a la convocatoria de la primera ronda de talleres, debe ser estratégica en cuanto a los participantes invitados y los contenidos abordados. Por lo anterior, se busca que en cada taller realizado estén representadas las cuatro dimensiones de la gobernanza del agua: la dimensión Económica con actores asociados a organismos administrativos, organizaciones gremiales de los sectores productivos, entre otros, la dimensión Ambiental, la cual se relaciona con actores tales como las autoridades ambientales e Instituto de Investigación, la dimensión Social, que involucra a actores de la comunidad, Organizaciones de la sociedad civil, entre otros y la dimensión Político Administrativa con entes gubernamentales, ministerios, etc. Adicionalmente, se involucran actores de Organizaciones Internacionales que complementan la dinámica integral de los talleres.

La metodología de convocatoria se llevó a cabo mediante el siguiente proceso:

Ilustración 2.7. Metodología de Convocatoria.



Fuente: UT Macrocuencas

1. Identificación de actores según la dimensión de la Gobernanza del agua.

El proceso de selección los actores invitados a los talleres, se realizó con base en los actores clave identificados en la fase de Línea Base, teniendo en cuenta el criterio de expertos y de la Mesa Institucional.

2. Desarrollo de la base de datos con la información de contacto de los actores seleccionados.

En esta etapa se identifican las direcciones para enviar las invitaciones, los teléfonos de contacto de los actores seleccionados y correos electrónicos, de tal manera que el proceso de comunicación entre los actores y el equipo consultor sea fluido y constante.

3. Envío de cartas de invitación por medio físico.

Teniendo en cuenta los datos de contacto de los actores, se procede a enviar las invitaciones firmadas por el representante del MADS en la Dirección de Gestión de Recurso Hídrico. Lo anterior se realiza con el tiempo necesario para que los actores reciban las cartas y organicen sus agendas para asistir al taller.

4. Envío de cartas de invitación por medio electrónico.

Esta etapa se realiza de forma paralela a la etapa anterior, con el fin de garantizar que los actores reciban la invitación y tenga fácil acceso a los datos relacionados con el desarrollo del taller.

5. Confirmación por vía telefónica de que el actor recibió la invitación.

Teniendo en cuenta los posibles retrasos en la entrega física de las invitaciones o inconvenientes en el envío electrónico. Se realiza un proceso de confirmación con los actores para asegurar que están enterados del taller. En los casos en los que hubo problemas recibiendo la invitación, se realiza un paso adicional en el cual se reenvía la invitación.

6. Confirmación de asistencia al taller por vía telefónica.

Finalmente, se realiza un proceso intensivo de confirmación, en los cuales se busca que la entidad cuente con mínimo un delegado para participar en el taller. En esta etapa se realizan en promedio, mínimo tres llamadas por actor, lo que indica que por taller se realizan aproximadamente cien llamadas. Así mismo, aproximadamente un 20% de los actores que confirman asistencia no asisten al taller.

Los asistentes de acuerdo a las dimensiones de la Gobernanza del Agua en los seis talleres realizados en la Macrocuena Magdalena Cauca se presentan a continuación.

Para el taller de la zona del Alto Magdalena realizado en Bogotá, los actores asistentes se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2.6. Actores Asistentes Taller Alto Magdalena – Bogotá

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
Dimensión Ambiental	ASOCARS
	Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACÁ
	Corporación Autónoma Regional de Chivor – CORPOCHIVOR
	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR
	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM
	Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO
	Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA
	Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA
	CRA
	Parques Nacionales
Dimensión Económica	ACOLGEN
	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga
	Agencia Nacional de Minería
	ANDESCO
	CAEM
	CELSIA
	EDAT
	EMGESA
	Empresa de Acueducto - Agua y Alcantarillado de Bogotá
	Endesa
	EPM
	ISAGEN
Nova Televisión	
Dimensión Política Administrativa	Alcaldía de Bogotá - Secretaría Distrital de Ambiente
	Departamento Nacional de Planeación
	Gobernación de Cundinamarca - Secretaría de Medio Ambiente
	Ministerio de Agricultura
	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD)
Dimensión Social	Fundación Natura
Organizaciones Internacionales	Embajada del Reino de los Países Bajos
	The Nature Conservancy- TNC

Fuente: UT Macrocuencas

Teniendo en cuenta lo anterior, se observa que se contó con la participación de actores pertenecientes a las cuatro dimensiones de la Gobernanza del Agua. Con relación al taller de Medio Magdalena llevado a cabo en la ciudad de Bucaramanga, a continuación se presentan las entidades asistentes.

Tabla 2.7. Actores Asistentes Taller Medio Magdalena – Bucaramanga

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
Dimensión Ambiental	ASOCARS
	Convenio CDMB Minambiente
	Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA
	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB
Dimensión Económica	Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.
	Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca -AUNAP-
	CENIPALMA
	Ecopetrol
	FEDEPALMA
Dimensión Política Administrativa	Alcaldía de Bucaramanga - Sub-secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible
	Gobernación de Santander - Secretaría de Agricultura
	Policía Ambiental
Dimensión Social	APESCOY
	Federación Nacional de Pescadores
Organizaciones Internacionales	TNC

Fuente: UT Macrocuencas

Con base en las tablas anteriores se evidencia la representación de todas las dimensiones de la Gobernanza del Agua. Para el taller de Barranquilla asistieron los siguientes actores clave.

Tabla 2.8. Actores Asistentes Taller Bajo Magdalena – Barranquilla

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
Dimensión Ambiental	ASOCARS
	Autoridad Ambiental Urbana (AAU)Barranquilla – DAMAB
	Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA
	Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA
Dimensión Económica	Cámara de Comercio de Barranquilla
	Corporación Empresarial del oriente del Atlántico
	Empresa Triple A (Barranquilla)
	Monómeros Colombo Venezolanos S.A
	Seccional ANDI: Atlántico - Magdalena
	Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla
Dimensión Política Administrativa	DIMAR
	Gobernación del Atlántico -Secretaría de Planeación
Dimensión Social	Colombia, País de Regiones
	Fundación para el Desarrollo Empresarial y Social
	Universidad del Norte -El Instituto de Estudios Hidráulicos y Ambientales (IDEHA)

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
Organizaciones Internacionales	Embajada del Reino de los Países Bajos
	The Nature Conservancy- TNC

Fuente: UT Macrocuencas

Teniendo en cuenta la convocatoria para el taller de Bajo Magdalena, se observa que hubo una alta representación de la dimensión económica y de la dimensión ambiental.

Tabla 2.9. Actores Asistentes Taller Alto Cauca – Cali.

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
Dimensión Ambiental	Corporación Autónoma Regional del Cauca – CRC
	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC
	DAGMA
	Parques Nacionales
	Universidad del Valle : CINARA - Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico
Dimensión Económica	ASOCAÑA
	COTELCO VALLE
	EMCALI
	EPSA
	FEDEPANELA
	ISAGEN
	Zona Franca del Pacífico
Dimensión Política Administrativa	Alcaldía de Popayán
	Gobernación Valle del Cauca - Secretaría de Planeación
	UPRA
Dimensión Social	CIPAV
	Fundación Río Cauca

Fuente: UT Macrocuencas

Respecto a la participación de actores en Cali, se observa que el sector económico y el sector ambiental fueron los que contaron con el mayor nivel de asistencia.

Tabla 2.10. Actores Asistentes Taller Medio Cauca – Medellín.

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
Dimensión Ambiental	Corporación Autónoma Regional de Caldas – CORPOCALDAS
	Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare – CORNARE
	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA
	IDEAM
Dimensión Económica	EPM (Medellín)
	Cámara Asomineros ANDI

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
	Federación Nacional De Cafeteros - Comité Departamental De Antioquia
	ISAGEN S.A.
Dimensión Político Administrativa	Área Metropolitana del Valle de Aburrá
Dimensión Social	Corporación Comité Pro Romeral para la Recuperación y Preservación de Microcuencas
	Fundación Otros Mundos
	Ríos Vivos
	Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos
Universidad de Antioquia	
Organizaciones Internacionales	TNC

Fuente: UT Macrocuencas

Para el taller de Medellín se observa el alto nivel de participación de los actores relacionados con la dimensión social. Sin embargo, fue posible contar con representantes de las otras dimensiones.

Tabla 2.11. Actores Asistentes Taller Bajo Cauca – Sincelejo.

Dimensión Gobernanza del Agua	Actor
Dimensión Ambiental	ASOCARS
	Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA
	Corporación para el Desarrollo Sostenible de La Mojana y El San Jorge – CORPOMOJANA
	IDEAM
Dimensión Económica	ECOPETROL
	FEDEGAN
Dimensión Político Administrativa	Alcaldía de Sincelejo - Secretaría de Planeación
	Alcaldía Municipio de Majagual
	Alcaldía Municipio de San Marcos
Dimensión Social	Universidad de Sucre

Fuente: UT Macrocuencas

Para el taller realizado en Sincelejo se observa que la dimensión ambiental fue la dimensión con mayor representación.

A continuación se presenta un balance de los seis talleres realizados, según número de invitados y asistentes.

Tabla 2.12. Balance de asistencia de los talleres realizados en la Macrocuenca Magdalena- Cauca.

Ciudad	Entidades Invitadas	Entidades Asistentes	Personas Asistentes
Bucaramanga	22	15	37

Ciudad	Entidades Invitadas	Entidades Asistentes	Personas Asistentes
Barranquilla	25	17	28
Medellín	28	15	28
Sincelejo	24	10	11
Bogotá	42	31	67
Cali	31	17	28
Total	172	105	199

Fuente: UT Macrocuencas

Con base en la Tabla 2.12 se observa que el mayor número de invitados corresponde al taller de Bogotá. Lo anterior, debido a que fue el taller con el cual se inauguró la primera ronda de talleres de los Planes Estratégicos de la Macrocuena Magdalena Cauca. Para los cinco talleres restantes se contó con un número similar de invitados, el cual se encuentra entre 15 y 20 entidades asistentes, lo cual facilita la dinámica participativa y los alcances de los talleres de la fase de diagnóstico.

De otra parte, para establecer la metodología de taller, se tiene en cuenta lo planteado en la Estrategia de Negociación, los objetivos mencionados de la Primera Ronda de Talleres y la revisión bibliográfica de documentos en los que el MADS ha desarrollado participativamente la temática de la gestión integral de los recursos hídricos, tales como:

- Aportes a la construcción de la política nacional hídrica: Taller comunidades Indígenas (agosto de 2009).
- Memoria de Taller encuentro con el IDEAM (agosto de 2009).
- Plataforma de Dialogo – La resolución de conflictos en la gestión integral del recurso hídrico (marzo de 2009).
- Memoria del taller intersectorial para la formulación de la política hídrica nacional (junio de 2009).
- Memoria del taller interinstitucional de planeación y administración del recurso hídrico con la participación de las Corporaciones Autónomas Regionales (junio de 2009).
- Taller Gestión del riesgo y política hídrica nacional (julio de 2009)
- Memoria del taller “Encuentro de representantes de pueblos indígenas en torno a la construcción de la política hídrica nacional”
- Taller “La resolución de conflictos en la gestión integral del recurso hídrico” MAVDT (2009)
- MAVDT. (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.
- ANDESCO. (2010). Propuesta para el buen gobierno del agua.
- MAVDT, Grupo Hídrico, Encuestas a Autoridades Ambientales sobre Conflictos por Agua, Año 2008.
- Quinaxi, —Gestión Integrada del Recurso Hídrico en Colombia – Propuesta de Hoja de Ruta , 2007

Como resultado del análisis anterior, se determina la siguiente Ruta Crítica.

Primer Momento: Sensibilización y Aprestamiento.

En este momento el facilitador del taller desarrolla una dinámica rompehielos, además:

- Indaga sobre las instituciones presentes.
- Informa sobre los propósitos del taller y sobre la contextualización del taller en el proceso de formulación de los Planes Estratégicos.
- Da una idea de los momentos siguientes (Alcance de los lineamientos y directrices de los PE, Identificación y clasificación de temas o factores Clave, Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales)

Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.

En este momento el representante del ministerio desarrolla una presentación sobre el contexto institucional y normativo. El facilitador desarrolla un ejercicio ordenado para determinar cuáles son las expectativas de los asistentes acerca de los planes estratégicos y como deberían ser los lineamientos de dichos planes.

Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.

Integrantes del equipo consultor presentan de manera breve el contexto geográfico para el cual se desarrollará el ejercicio y las dimensiones geográficas en dicho contexto (subzonas hidrográficas, Departamentos, municipios, etc.). El facilitador desarrolla el ejercicio con técnicas visuales para identificar y clasificar los temas o factores claves.

Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.

Este momento inicia con la presentación por parte de la UT de un análisis diagnóstico preparado para cada zona geográfica según los TR. Posteriormente el Facilitador desarrolla un ejercicio que permita conocer las impresiones de los asistentes acerca de dicho análisis, como podría ser complementado, cambiado o mejorado.

Finalmente, para incorporar los resultados en el desarrollo del Plan Estratégico, se tiene en cuenta la revisión bibliográfica de los documentos mencionados anteriormente y las memorias de taller presentadas en el Anexo 1. Lo anterior, con el fin de validar la información desarrollada en la fase de diagnóstico, analizar e incluir variables y temas que los actores propusieron e incorporar la información y bases de datos que son identificadas por los mismos.

2.3 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES CLAVE.

El proceso metodológico de identificación y descripción de las variables clave se lleva a cabo mediante siete etapas. La primera etapa consiste en la recopilación de la información presentada en el informe de Línea Base, en la que se analizan las bases de datos relevantes para el desarrollo del Plan Estratégico y los actores que influyen de manera determinante o significativa en el manejo del recurso hídrico. En esta etapa se acopia y organiza en un sistema de información geográfica una numerosa lista de variables, a partir de la cual se inicia el proceso de identificación de las variables clave y se desarrollan las demás etapas descritas a continuación.

La siguiente etapa se basa en el análisis del modelo conceptual de la Macrocuenca, el cual se construye generalizando el análisis de estudios de caso en las diferentes zonas y diferentes temáticas, los análisis de estudios de caso se incluyen en el ANEXO 3. ESTUDIOS DE CASO. Con base en lo anterior, se determinan los principales temas y relaciones entre temas y actores que hacen parte del modelo conceptual.

La tercera etapa consiste en el estudio de instrumentos de planificación, esta revisión buscó determinar las posibilidades de los diferentes instrumentos para transformar total o parcialmente los recursos naturales de la Macrocuenca, enfatizando en el recurso hídrico, es decir, las variables que estos instrumentos pueden influenciar y que deben ser tenidas en cuenta en el PE.

En la cuarta etapa se lleva a cabo la evaluación de las Estructuras de Cálculo de Información Oficial de las variables importantes para la formulación del PE, por ejemplo oferta hídrica, crecimiento de la población, comportamiento de los sectores agrícola e industrial, etc. Con el fin de determinar la metodología de cálculo de éstas establecida en las Fuentes oficiales y realizar los análisis siguiendo las mismas premisas y utilizando los variable de cálculo que estas instituciones oficiales usan.

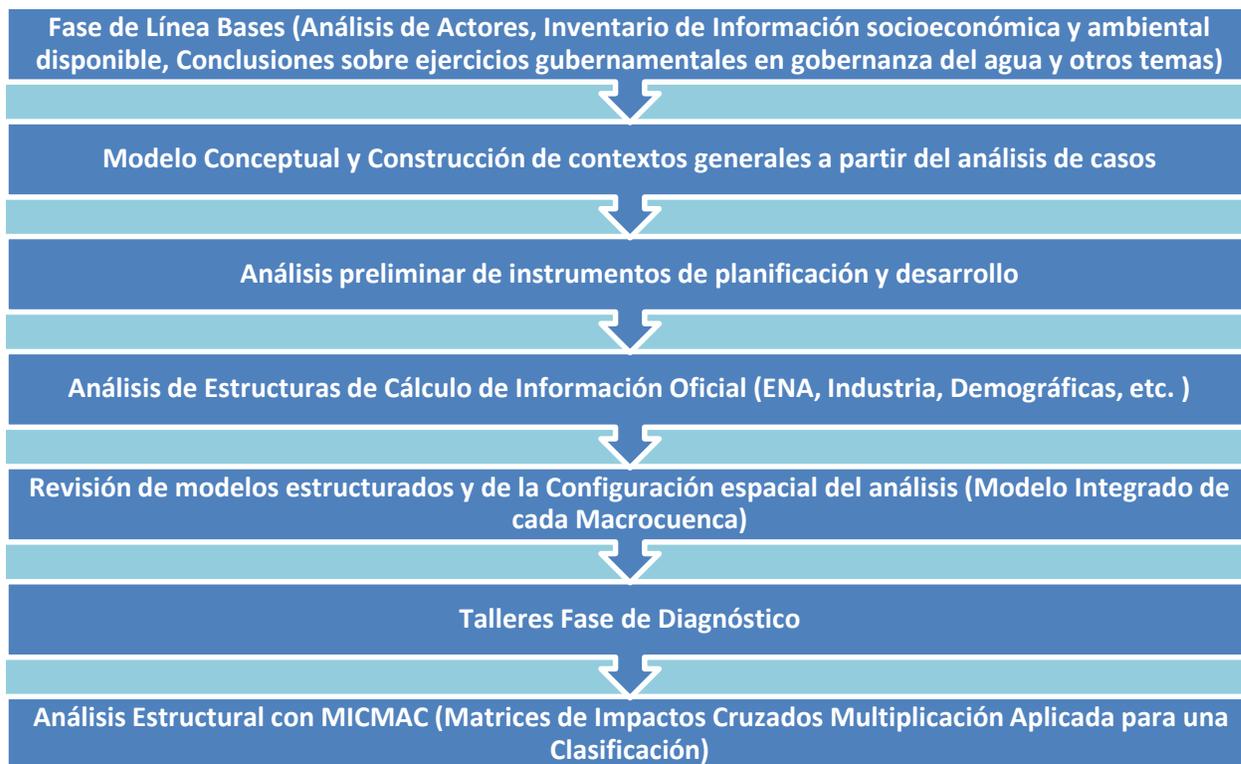
En la quinta etapa se efectúa una revisión bibliográfica de diferentes modelos estructurados para el análisis y gestión del recurso hídrico, la revisión de modelos permite definir el nivel de análisis estratégico que debe abordar la formulación del PE, se va de niveles de simulación hidrológica a modelos de relacionamiento institucional y de gestión del recurso hídrico. Donde se establecen relaciones de nivel estratégico entre las variables seleccionadas previamente, lo que permite construir un modelo adaptado a las características de la Macrocuenca.

De otra parte en la sexta etapa, con base en los resultados y la retroalimentación obtenida en el desarrollo de los talleres de la fase de diagnóstico, se validan las variables identificadas en las etapas descritas previamente y se incluyen nuevas variables propuestas por los diferentes actores involucrados en el proceso participativo de los Planes Estratégicos.

Finalmente en la etapa siete, se determina el nivel de influencia y dependencia que tiene cada variable seleccionada sobre la dinámica de la Macrocuenca, para lo anterior se aplica el Método MICMAC (Matrices de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada para una Clasificación), el cual se detallará en el numeral 2.3.7.

El proceso metodológico se presenta en la siguiente Ilustración.

Ilustración 2.8. Proceso Metodológico de Identificación y Selección de Variables Clave.



Fuente: UT Macrocuencas

Con base en la Ilustración anterior a continuación se describirán detalladamente los pasos para la identificación y selección de las variables clave.

2.3.1 Fase de Línea Base.

La Línea Base para la Macrocuena se desarrolló con el fin de entender y caracterizar la dinámica y evolución del territorio, y así poder analizar los conflictos entre los actores clave y establecer los fundamentos para la construcción de escenarios asociados a la gestión integral del recurso hídrico y de los demás recursos naturales renovables.

De acuerdo con los objetivos de la Línea base, como criterio en la selección de información se tuvo en cuenta la información proveniente de fuentes oficiales y que fuera clara en la escala temporal y espacial, de tal manera que permitiera ser adaptada a los parámetros de la Macrocuena.

Con relación a los actores clave, teniendo en cuenta las cuatro dimensiones de la Gobernanza del Agua, se realizó un ejercicio de calificación de atributos, los cuales determinan si los actores influyen de manera determinante o significativa en el manejo del recurso hídrico. Según lo anterior, como esquema general se identificaron 129 actores, 79 actores de orden Nacional, tales como la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA-, la Unidad Administrativa Especial del Sistema

de Parques Nacionales, el Departamento Nacional de Planeación DNP, los diferentes Ministerios, la Agencia Nacional de Infraestructura, entre otros y 50 actores a nivel departamental y local como las Corporaciones Autónomas Regionales, la Alcaldía Municipal, las Secretarías de Ambiente, Empresas de Servicios Públicos, etc. Cabe aclarar, que el número total de actores para la Macrocuenca es mayor al valor presentado, debido a que no se cuentan los actores específicos por ciudad, como es el caso de las empresas de servicios, las cuales pueden ser más de una para una sola ciudad.

Por lo anterior, se analizaron bases de datos relacionadas con los actores identificados y las dimensiones económica, demográfica, social, biofísica y ecosistémica, hidrológica y de calidad del agua.

Con relación a la dimensión económica, las principales fuentes de información corresponden al Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y al Banco de la República, en las cuales se analizaron las variables asociadas a la información proveniente de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ENCV), la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH), y los boletines de Inversión Extranjera Directa en Colombia, entre otros. A partir de las bases de datos mencionadas, se consideraron variables como el Producto Interno Bruto (PIB), Regalías y distribución, Índice de Precios al Consumidor, Índice de Precios del Productor, Número de empresas comerciales según actividad, Ventas y costo de mercancía, Producción bruta y consumo intermedio, Distribución de las empresas comerciales, Índice de productividad laboral, índice de Costos de la Construcción de Vivienda -ICCV-, Índice de Valoración Predial, Indicador de Inversión en Obras Civiles, Inversión neta en sociedades por actividad económica, Exportaciones e Importaciones, Distribución de captaciones del sistema financiero, entre otros.

De igual manera, las bases de datos del DANE constituyeron el insumo para la dimensión demográfica y social, a partir de la cual se determinaron variables como el número de habitantes en las cabeceras municipales y el sector rural, el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), la Tasa de desempleo, el Nivel de alfabetismo, el Nivel de asistencia escolar, Proporción de la población ocupada, desocupada e inactiva. Respecto al tema de salud, el Ministerio de Salud y Protección Social y el SISBEN, proporcionaron la información relacionada con variables como la Tasa de mortalidad infantil, la Tasa de morbilidad, la Tasa de Incidencia Dengue, entre otros. Así mismo, en el tema de inundaciones, el DANE y las bases de datos suministradas por CORMAGDALENA permitieron el análisis de variables tales como el número de hogares afectados por inundación y las zonas susceptibles de inundación.

Respecto a la dimensión biofísica y ecosistémica, la información se obtuvo a partir del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, en la cual se identificaron variables tales como la Cobertura de ecosistemas, Riqueza de especies, Riqueza de ecosistemas, tipos de suelo, áreas cultivadas, área de erosión por tipos, Áreas Naturales Protegidas y Áreas de conservación, entre otros.

Para la dimensión hidrológica y de calidad del agua, la principal fuente de información corresponde al Estudio Nacional del Agua elaborado por el IDEAM, en el cual se analizaron los temas relacionados con la Oferta hídrica Superficial y Subterránea, Demanda hídrica por sectores y la Calidad de agua. Con base en lo anterior, se tuvieron en cuenta variables como el caudal ecológico y ambiental, el índice de retención y regulación hídrica-IRH-, el Índice de Aridez, Índice de Uso del agua, índice de Vulnerabilidad Hídrica por desabastecimiento, el Índice de alteración Potencial de la Calidad de Agua-IACAL- y el índice de Calidad de agua-ICA-.

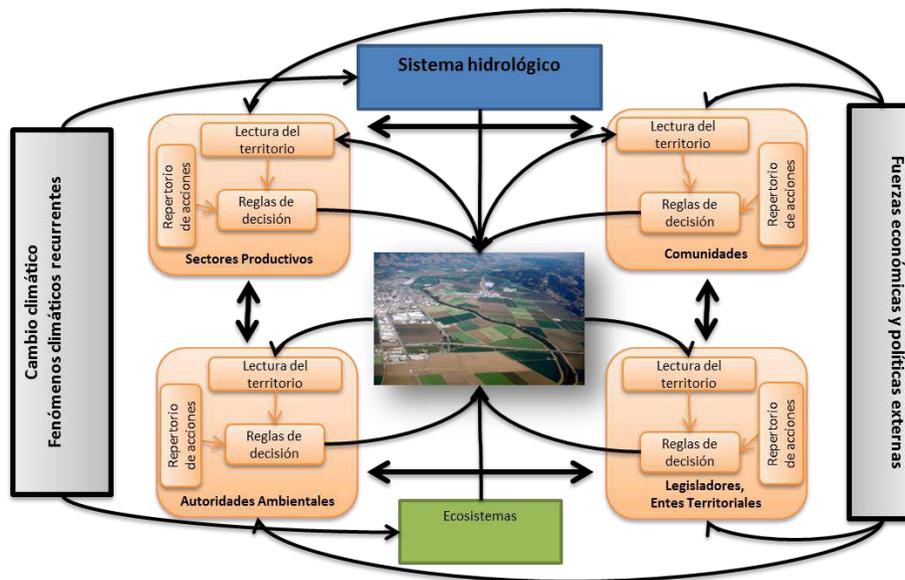
De otra parte, el Sistema de Información Geográfica para la planeación y el Ordenamiento Territorial (SIG-OT) del Instituto Geográfico Agustín Codazzi y el Sistema Único de Información (S.U.I) de la Superintendencia de Servicios Públicos, los cuales están conformados por bases de datos de entidades como los Ministerios, el Departamento Nacional de Planeación, la Registraduría Nacional y Parques Nacionales, entre otros, constituyeron fuentes importantes en el proceso de obtención de información de variables como la Cobertura de servicios públicos (agua, alcantarillado, energía), Indicadores de desarrollo vial (carreteras y fluvial).

Considerando las diversas fuentes de información y las bases de datos evaluadas, se determinaron las variables mencionadas anteriormente, a partir de las cuales se analizan y seleccionan las variables clave según los pasos descritos a continuación.

2.3.2 Modelo Conceptual y Construcción de contextos generales a partir del análisis de casos.

De acuerdo al análisis de la Línea Base y las dimensiones identificadas, en la Ilustración 2.9 se presenta el modelo conceptual de la estructura y dinámica del territorio de la Macrocuenca. Así mismo, se analizan diversos casos de uso de los recursos de la Macrocuenca, teniendo en cuenta compatibilidad y competencia por los mismos, lo cual permite establecer la importancia que tienen las variables asociadas a éstos sobre la Macrocuenca.

Ilustración 2.9. Modelo conceptual de la dinámica del territorio.



Fuente: UT Macrocuencas.

Teniendo en cuenta el modelo presentado, se observan tres componentes principales, los Procesos biofísicos autónomos, los Procesos humanos y las Fuerzas económicas y políticas externas.

Los Procesos biofísicos autónomos corresponden al sistema hidrológico y ecosistemas, los cuales están asociados a fenómenos y procesos físicos. De otra parte, los Procesos humanos representan las intervenciones de los diferentes actores sobre el territorio. De acuerdo al análisis de la Línea Base y la revisión del modelo para la Gobernanza del Agua, los actores se pueden agrupar, de manera general, en 4 dimensiones: Económica, Social, Ambiental y Política. (MADS, 2012)

Adicionalmente, como Fuerzas externas que inciden sobre la dinámica de la Macrocuenca se determinan dos clases: Biofísicas tales como el cambio climático y los fenómenos como El Niño y La Niña, y Económicas-Políticas como los precios de los productos relevantes en los mercados internacionales como el petróleo, carbón, biodiesel, alimentos, etc., los acuerdos de comercio internacional, entre otros. Las fuerzas externas biofísicas ejercen su influencia directamente sobre los procesos biofísicos del territorio, mientras que los factores económico-políticos influyen a través de su impacto en la toma de decisiones de los actores.

Teniendo en cuenta las relaciones y la influencia de las fuerzas externas sobre los demás componentes del modelo, se observa que para la identificación, explicación, descripción y clasificación de las “variables clave”, se deben determinar los procesos hidrológicos y ecológicos que inciden en la provisión del recurso hídrico y otros recursos naturales renovables y los indicadores territoriales relacionados con la dimensión social, económica y demográfica que utilizan los actores clave para evaluar el territorio.

Lo anterior, es consistente con las dimensiones y variables analizadas en la Línea Base. Sin embargo, para poder valorar y calificar dichas variables, se desarrollaron diferentes casos (presentados en el ANEXO 3. ESTUDIOS DE CASO), en los cuales se identificaron los principales usos asociados al recurso

hídrico y los conflictos relacionados con el mismo en los temas de Agua Potable y Saneamiento, Agricultura, Hidroenergía, Inundaciones y Navegación.

Respecto al tema de Agua Potable y Saneamiento, se analizan dos servicios ambientales que prestan los ríos simultáneamente: fuente de abastecimiento de agua y mecanismo de disposición de desechos y la situación en la cual estos dos servicios entran en conflicto para grupos de usuarios que se ubican en diferentes tramos de un río. Como ejemplo, se presentan la Sabana de Bogotá, el Valle de Aburrá, y el Valle del Cauca, regiones en las cuales se observa la misma estructura general: un río que integra ecológicamente a la región, un centro poblacional dominante, centros menores aguas arriba y aguas debajo del centro principal, y la exportación de externalidades hacia otras regiones a través del río. Así mismo, se observa como el abastecimiento de acueductos está estrechamente ligado a la estrategia de disposición de desechos a escala regional.

Por lo anterior, se identifican tres situaciones de conflicto Escasez por contaminación, Escasez por desbalance entre oferta y demanda y Escasez por cambios estructurales en el sistema de provisión de agua. Con base en esto, se identifican las variables de Oferta, Demanda y Calidad del agua como las variables prioritarias en el desarrollo del Plan Estratégico.

Con relación al uso para agricultura, se observa que corresponde a la actividad con mayor consumo de agua dulce. Adicionalmente, se evidencia que la eficiencia de irrigación de varios cultivos es bastante baja, como es el caso del arroz, en el cual se utiliza riego por gravedad, por medio de canales abiertos que pierden agua por evaporación y por infiltración durante su recorrido, lo cual se relaciona directamente con el bajo costo del metro cúbico para el riego en el país. Lo anterior, refleja la importancia de determinar las áreas dedicadas a la agricultura con relación a la demás cobertura del suelo, con el fin de determinar el mejor aprovechamiento y uso del suelo.

De otra parte, la ola invernal del 2010-2011 demostró que el país tiene una gran vulnerabilidad en materia de inundaciones, y que su capital natural, construido y social para enfrentarlas resulta insuficiente. Entre 1998 y 2008 se presentaron 3,809 eventos de inundación y sólo para el periodo de abril 2010 a junio 2011, se registraron 1,734 eventos de inundación². A partir de esta información, se observa que el tema de riesgos y amenazas debe ser considerado con mayor detenimiento.

Para el tema de navegación, se evidencia que el transporte fluvial, por su gran capacidad y costo-eficiencia, es adecuado para cargas no perecederas que requieren ser movilizadas en gran volumen y con distancias considerables como los productos de importación y exportación de petróleo, carbón, granos, entre otros, por lo cual se evidencia la influencia que tienen los precios en la dinámica del territorio.

Con base en los análisis realizados y el modelo conceptual de la Macrocuenca, se observa que las variables de Oferta hídrica y Demanda por sectores y los Índices de Calidad, relacionadas con la dimensión hidrológica y de calidad del agua y las variables asociadas a la dimensión biofísica y

² Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) (1998-2011). *Tabla consolidada de eventos de desastres en Colombia*. Bogotá: UNGRD.

ecosistémica como Cobertura del suelo, deben ser prioritarias en el análisis de diagnóstico de la Macrocuenca.

2.3.3 Análisis preliminar de instrumentos de planificación y desarrollo.

De acuerdo a la Política Nacional para la Gestión Integral de Recurso Hídrico del 2010 y sus objetivos específicos, la planificación ambiental de la Macrocuenca debe realizarse a diferentes escalas, tanto por la misma estructura espacial de los procesos biofísicos y ecológicos, como por la estructura jerárquica de las instituciones que deben participar en su planificación, las cuales tienen diferentes jurisdicciones, competencias y niveles de autonomía. Coherente con esta política, el Decreto 1640 del 2 de agosto de 2012, que reglamenta los instrumentos de planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas, señala que los Planes Estratégicos son el instrumento de planificación de más alta jerarquía dentro del conjunto que dicho decreto estipula.

A continuación se describen los diferentes instrumentos de planificación del Recurso Hídrico y sus respectivos alcances, de acuerdo a su jerarquía. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011).

- **Los Planes Estratégicos** definen “los lineamientos estratégicos para la gestión de los recursos naturales renovables y el ordenamiento ambiental del territorio y las directrices ambientales generales para el desarrollo de asentamientos humanos y de las actividades sociales, económicas y de servicios”, mediante una perspectiva nacional y macroregional.
- **El Programa Nacional de Monitoreo** se encarga de la evaluación integral y seguimiento del estado del recurso hídrico. Por medio de este instrumento se busca “Optimizar la Red Nacional de Monitoreo, Mejorar el conocimiento de la dinámica hidrológica, Evaluar la cantidad y calidad de las aguas superficiales, Determinar la alteración del recurso hídrico debido a procesos de contaminación y agotamiento del recurso, Soportar la información para el control de las actividades relacionadas con el uso y aprovechamiento del recurso y Mejorar el conocimiento sobre condiciones de amenaza y vulnerabilidad asociados a la oferta hídrica”.
- **Programa de Priorización, Articulación y Coordinación de los POMCA** definen a nivel de subárea hidrográfica, “las cuencas que deben ser objeto de ordenación y manejo, en el corto, mediano y largo plazo de la PNGIRH”. De igual manera, establecen “los mecanismos de articulación y coordinación para la elaboración y ejecución de los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas. El programa se acordará a través de las Comisiones Conjuntas, y serán implementados de manera coordinada y articulada por las autoridades ambientales en el marco de los respectivos POMCAS”.
- **Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas** tiene por objeto “la planificación del uso y manejo coordinado de los recursos naturales renovables, para mantener o restablecer el equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura físico-biótica de la cuenca en función del recurso hídrico.”

- **Planes y/o Programas de Manejo Ambiental** establecen medidas de manejo y protección ambiental de los acuíferos y microcuencas priorizados y “la planificación y administración del agua, mediante la ejecución de proyectos de protección, conservación y restauración.”

Adicionalmente, en la Tabla 2.13 se presentan las características más relevantes de cada instrumento.

Tabla 2.13. Instrumentos para la Planificación del Recurso Hídrico.

Orden	Instrumento de Planificación	Nivel de área	Número	Escala	Actores	Instancia de Coordinación
1	Planes Estratégicos	Macrocuena	5	1:500.000	MAVDT, Institutos de Investigación, CARS, Gobernaciones, Gremios Nacionales	Consejo Ambiental Regional
2	Programa Nacional de Monitoreo	Zona Hidrográfica	41	1:100.000	MAVDT, Institutos de Investigación, CARS, Gobernaciones, Gremios Nacionales	Comité Interinstitucional
3	Programa de Priorización, Articulación y Coordinación de los POMCA	Sub-área hidrográfica	17	1:100.000	MAVDT, Institutos de Investigación, CARS	Comisiones Conjuntas Regionales
4	Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas	Subzona hidrográfica	309	1:25.000	MAVDT, Institutos de Investigación, CARS, Gobernaciones, Alcaldías, Gremios Regionales	Comisiones Conjuntas Consejo de Cuenca
5	Planes de Manejo Ambiental	Acuíferos		1:25.000	CARS	Mesa de Trabajo
	Programas de Manejo Ambiental	Microcuencas		1:10.000	CARS	Mesa de Trabajo

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011)

Con base en el estudio de los instrumentos de planificación, se analizan los objetivos planteados para el manejo y uso sostenible de los recursos naturales del territorio, incluyendo el recurso hídrico. De igual manera, los instrumentos evidencian que se deben llevar a cabo acciones económicamente viables, buscando responsabilidad compartida de todos y cada uno de los actores locales, regionales y nacionales.

A partir de lo anterior, se establece que los componentes más relevantes en la etapa de diagnóstico, se relacionan con los temas de cobertura y el uso del suelo, la calidad del agua, riesgos y amenazas, conservación y restauración de ecosistemas estratégicos y el uso sostenible de los recursos para el sector industrial, la producción minera y el sector agrícola, así como la dimensión económica y social.

Por consiguiente, las variables de Hectáreas correspondientes a áreas protegidas, Hectáreas con cobertura de bosques, Hectáreas correspondientes a zonas prioritarias de conservación, Hectáreas correspondientes a áreas protegidas, se clasificaron como variables clave.

Así mismo, para la Dimensión económica, se seleccionaron los indicadores relacionados con el Valor en Pesos al año captados por el Impuesto de Industria y Comercio y el Valor en Pesos al año generados por regalías.

De otra parte, la Dimensión Social comprende las tendencias de crecimiento y proyecciones de la población de los municipios pertenecientes a la Macrocuenca y los indicadores sociales de Tasa de desempleo anual, Morbilidad anual por enfermedades relacionadas con la calidad del agua. Para el aspecto hidrológico, se establecieron las variables asociadas con la Oferta y la demanda hídrica y la calidad de agua. De igual manera, en el tema de riesgos y amenazas, se incluyeron las variables de Área en hectáreas con amenaza de inundación y Número de hogares afectados por inundación.

Con base en las variables identificadas, se estudiaron las Estructuras de Cálculo Oficial con el fin de determinar la metodología de cálculo de éstas y así complementar la lista de variables clave identificadas.

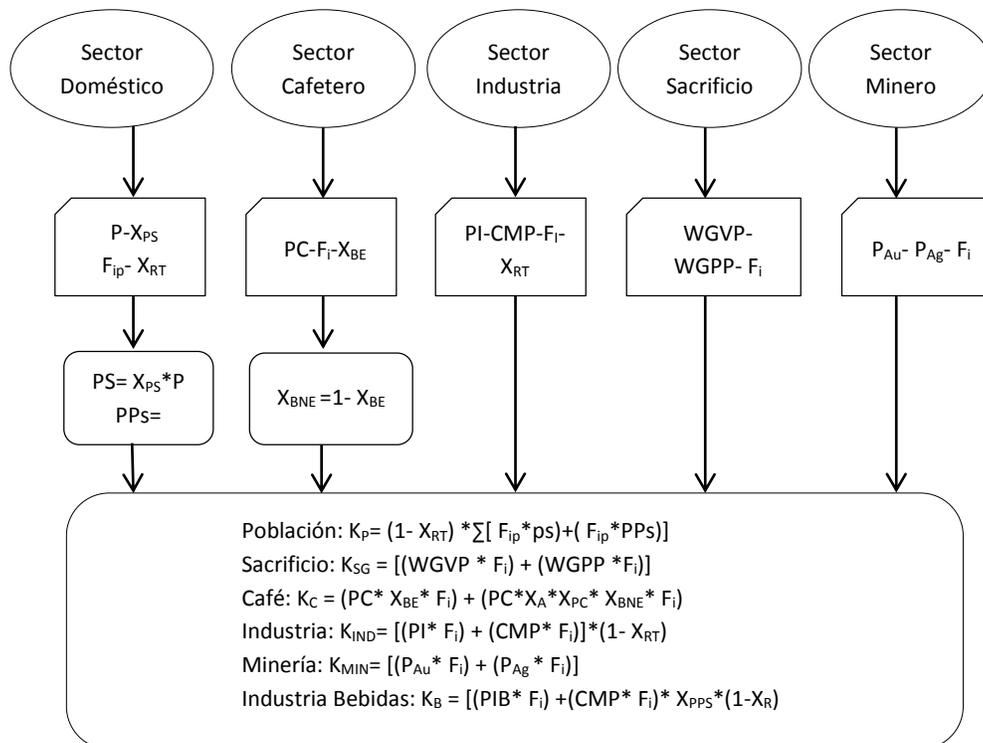
2.3.4 Análisis de Estructuras de Cálculo de Información Oficial.

De acuerdo a las dimensiones y variables establecidas en la Línea Base y las etapas descritas previamente, se identifican las Estructuras de Cálculo oficiales para las mismas. Lo anterior, con el fin de aplicar y seguir los lineamientos y premisas de cálculo utilizadas por las Instituciones y Fuentes oficiales, de tal manera que los resultados obtenidos para los análisis de la Macrocuenca, presenten las mismas dimensiones y unidades de análisis. Así mismo, mediante la evaluación de las metodologías de cálculo, se incluyen variables que no habían sido consideradas inicialmente.

Con relación a la dimensión hidrológica, la principal fuente de información corresponde al Estudio Nacional del Agua 2010, elaborado por el IDEAM, el cual está desarrollado en ocho capítulos, en los cuales se presenta la Caracterización y análisis de la Oferta hídrica superficial y subterránea, la Conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial y la Calidad de agua superficial en Colombia, entre otros. Por consiguiente, se evaluaron los capítulos del ENA relacionados con las variables seleccionadas como relevantes para el análisis de la Macrocuenca, con el fin de establecer la metodología de cálculo de éstas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se presentan las ecuaciones por medio de las cuales se calculan las variables mencionadas

Ecuación 1. Diagrama Metodológico para estimar el Índice de Calidad del Agua –IACAL-



Fuente: (IDEAM, 2010)

Dónde,

P: Población municipal (Número de personas)

PC: Producción municipal de café (número de sacos)

PI: Producción Industrial como volumen (cantidad) de producción

WGVP: Tonelada de animal (vacuno) en pie

WGPP: Tonelada de animal (porcino) en pie

Cabe aclarar que no se describen los demás parámetros que se presentan en la ecuación anterior, debido a que corresponden a variables relacionadas con fracciones de remoción de materia orgánica y factores de emisión de DBO₅, entre otros, los cuales no van a ser modelados para el desarrollo del Plan Estratégico.

Así mismo, la metodología de cálculo de la demanda para el sector Agrícola, Doméstico e Industrial se presenta en las siguientes ecuaciones.

Ecuación 2. Demanda hídrica Agropecuaria

$$Da = 10 \sum_{d=1}^{lp} \left[\frac{(Kc * ETp) - \frac{(P * Ke)}{100}}{Kr} \right] * A$$

Dónde,

Da: Demanda Agrícola (m³/ha)

10: Factor para convertir a (m³/ha)

Lp: Duración del período de crecimiento

Kc: Coeficiente del cultivo

Etp: Evapotranspiración de referencia potencial

P: Precipitación (mm)

Ke: Coeficiente de Escorrentía

Kr: Coeficiente de eficiencia de riego

A: Área sembrada

Ecuación 3. Demanda hídrica Doméstica

$$DUD = Población * Intensidad + Pérdidas técnicas$$

Dónde,

DUD: Demanda para Uso Doméstico (m³)

Población: Número de habitantes que pertenecen al área del municipio; la población se desagrega en cabecera municipal y resto del municipio.

Intensidad: Cantidad de agua que requiere una persona para suplir sus necesidades diarias (Lt/habitante-día)

Pérdidas técnicas: Cantidad de agua extraída no consumida por pérdidas en el sistema de prestación del servicio de acueducto.

Ecuación 4. Demanda hídrica Industrial

$$Csm = Gi + Pi + C + k$$

Dónde,

Csm= Consumo del sector manufacturero y de servicios (m³)

Gi= Gran Industria

Pi= Pequeña Industria

C= Construcción

K= Ajuste por cobertura

De otra parte, para la información relacionada con las variables de Población, se estudiaron las bases de datos de los Censos y las series oficiales disponibles en el DANE. De igual manera, para el análisis

de las demás variables económicas, demográficas y sociales provenientes del DANE, el DNP y el SIG-OT, se estudiaron las fichas metodológicas relacionadas con las mismas.

Con base en el análisis anterior, en la Tabla 2.14 se presentan las variables clave identificadas en la etapa previa y las variables asociadas a sus respectivos cálculos, las cuales se incluyen en la lista de variables clave. Cabe aclarar que sólo se incluyen las variables sobre las cuales se tiene la capacidad de modificarlas, es decir, las variables que no están asociadas a fenómenos físicos como la precipitación, la evapotranspiración o los coeficientes de cultivo.

Tabla 2.14. Metodología de cálculo de Variables clave.

FUENTE	TEMA	INDICADOR	VARIABLES DE CÁLCULO	
Estudio Nacional del Agua -ENA-	Demanda Hídrica	Demanda Hídrica Agropecuaria	Demanda de agua para uso agropecuario en metros cúbicos al año	
			Hectáreas de Cultivos permanentes	
			Hectáreas de Cultivos permanentes de flores	
			Hectáreas de Cultivos permanentes forestales	
			Hectáreas de Cultivos transitorios	
		Hectáreas de Pastos con manejo		
		Demanda Hídrica Doméstica	Demanda de agua para uso doméstico en metros cúbicos al año	
			Número de habitantes en el sector rural	
			Número de habitantes en las cabeceras urbanas	
			Pérdidas en conducción y suministro de red de agua potable para uso urbano	
	Demanda Hídrica Industrial	Demanda de agua para uso Industrial en metros cúbicos al año		
		Número de Establecimientos Industriales		
		Número de hogares con actividad industrial		
		Número de cabezas de ganado sacrificadas		
Número de sacos de café producidos				
Calidad de agua	Índice de alteración Potencial de la Calidad de Agua - IACAL-	Producción de Oro		
		Producción de plata		
		Vertimientos por número de establecimientos industriales		
		Vertimiento doméstico de la cabecera municipal		
		Vertimiento doméstico en zona rural		
DANE	Economía	Productividad	Número de establecimientos con actividad Industrial	
		Productividad	Volumen de producción	
	Demografía	Series de Población		Número de habitantes en la cabecera municipal
				Número de habitantes en zona rural
IGAC	Biofísica y ecosistémica	Cobertura del Suelo	Hectáreas de uso potencial para la agricultura	
			Hectáreas con cobertura de bosques	
			Hectáreas correspondientes a zonas prioritarias de conservación	
			Hectáreas correspondientes a zonas degradadas	

Fuente: UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010); (DANE); (IGAC).

De acuerdo con la tabla anterior, se observa que algunas de las variables utilizadas para el cálculo de los indicadores, no habían sido seleccionadas en la lista de variables clave determinada en el numeral 2.3.3. Por lo cual se hace necesario incluirlas.

2.3.5 Revisión de modelos estructurados y de la Configuración espacial del análisis.

Para determinar las relaciones existentes entre las variables seleccionadas previamente, se llevó a cabo el proceso de revisión de modelos estructurados que analizaran las dimensiones y los componentes principales mencionados en las etapas anteriores. Lo anterior, con el fin de construir un modelo adaptado a las características de la Macrocuena.

A continuación se describen los principales modelos identificados. Cabe aclarar, que el orden en el que se presentan corresponde a la magnitud del análisis numérico y/o matemático utilizado en cada modelo.

Modelo Hidrológico.

Estudia el comportamiento del ciclo hidrológico completo y los fenómenos hidrológicos asociados a éste, considerando relaciones precisas de causa y efecto sin tener en cuenta las condiciones aleatorias del fenómeno o sus componentes. Cada fenómeno se estudia bajo leyes físicas o analíticas rígidas e inmutables. "Se debe tener presente que en la práctica las únicas universalmente aceptadas se reducen a la Ley de Darcy y a las Ecuaciones de Saint Venant (ecuación de la "continuidad" y ecuación de la "dinámica"). (Mintegui & Robredo, 1994)

Los modelos hidrológicos se plantean de tal manera que sea posible cumplir con los siguientes objetivos:

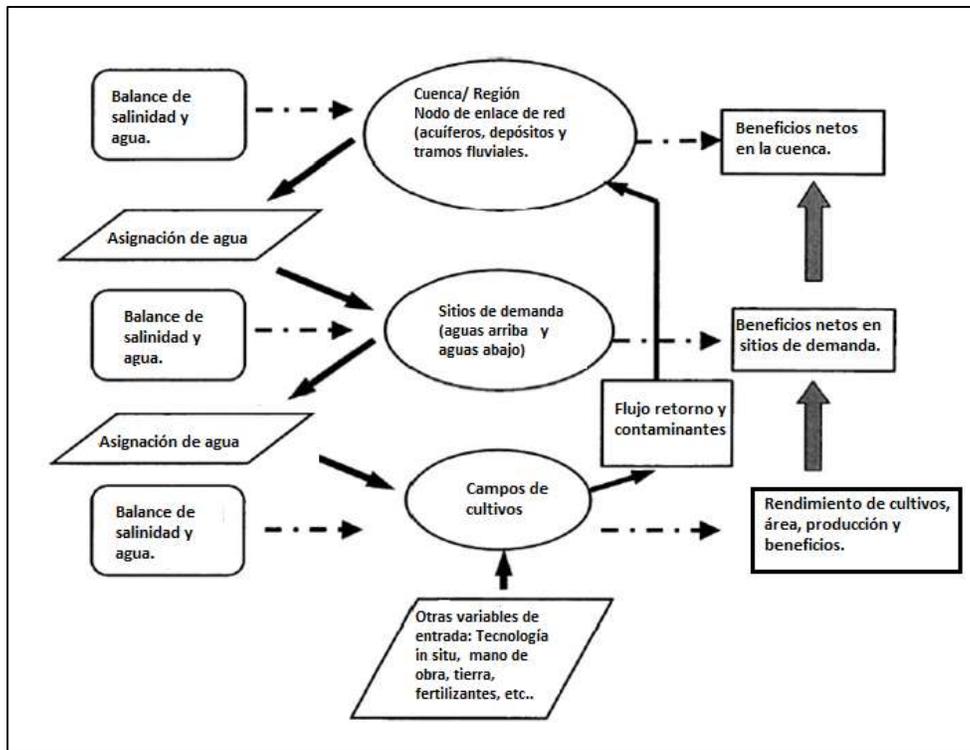
1) "Resolver los problemas derivados de las disponibilidades hídricas en las diferentes zonas de la cuenca a lo largo del año, así como sus posibles desviaciones respecto al mismo.

Esta condición es consecuencia de incorporar en la misma tanto las precipitaciones (entradas al sistema), como las evaporaciones directas y evapotranspiraciones (salidas del sistema), a lo largo de todo el período en que se realiza su aplicación.

2) Adaptarse a una estructura distribuida, tanto en el espacio como en el tiempo.

En el espacio, porque las disponibilidades de agua deben estimarse allí donde se encuentren y en la forma en que se encuentren (agua superficial, subsuperficial o subterránea, e indicando su dependencia con el medio y con la dinámica del ciclo hidrológico en la cuenca)." (Mintegui & Robredo, 1994) (Mintegui & Robredo, 1994) utilizan el siguiente modelo hidrológico para la Caracterización de cuencas hidrográficas, que son objeto de restauración hidrológico-forestal.

Ilustración 2.10. Modelo Hidrológico.



Fuente: (Cai, McKinney, & Lasdon, 2003)

Modelo para Zonificación Ambiental

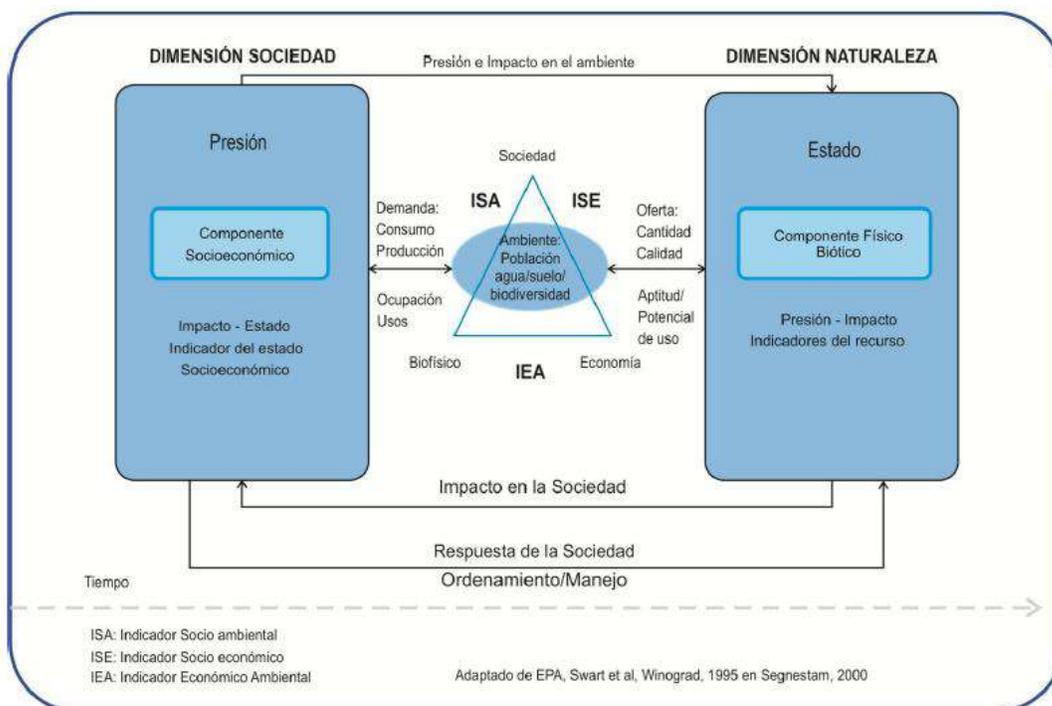
La zonificación ambiental, es la base para determinar el mejor uso de los espacios del territorio, de una forma integral y coherente entre quienes lo habitan y la oferta de los recursos naturales. De igual manera, constituye la guía para orientar a los actores que intervienen y toman decisión sobre sus actuaciones en la zona, de tal manera que se garantice la sostenibilidad en términos ambientales, socioeconómicos y culturales.

La zonificación para la ordenación y manejo de las cuencas, se constituye además en “un ejercicio dinámico, flexible el cual debe ser revisado y ajustado constantemente de acuerdo a las dinámicas sociales y a las eventualidades imprevistas como son las catástrofes naturales” (CRC).

Teniendo en cuenta la “Metodología de Zonificación Ambiental de Cuencas Hidrográficas” del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la zonificación ambiental se realiza teniendo en cuenta ocho aspectos principales: Uso del suelo, Disponibilidad de agua, Coberturas Naturales, Susceptibilidad a procesos de amenazas, Cobertura actual de tierras, áreas legales, sostenibilidad económica y sostenibilidad sociocultural.

Los anteriores componentes se analizan mediante matrices establecidas en el documento mencionado previamente. Lo anterior se presenta en el siguiente esquema.

Ilustración 2.12. Esquema de zonificación ambiental.



Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009)

Modelo para el Manejo Integrado de Cuencas

El modelo para el Manejo Integrado de cuencas corresponde a un modelo de manejo del agua adaptado a cada cuenca, el cual considera a actores de la población, Gubernamentales y Académicos. De igual manera, considera el funcionamiento natural de los ecosistemas como la fuente de agua y servicios ambientales. (WWF, 2012)

Es un modelo no matemático, por lo cual la metodología para definirlo consiste en acciones tales como “impulsar y facilitar procesos de articulación social e institucional en cada cuenca que permitan generar las bases para su manejo sustentable en el mediano y largo plazo”. Así mismo, se deben “desarrollar propuestas para establecer al ambiente como la base para la administración del agua y su relación con el manejo del territorio de la cuenca, mediante la incorporación de criterios de manejo ecosistémico”.

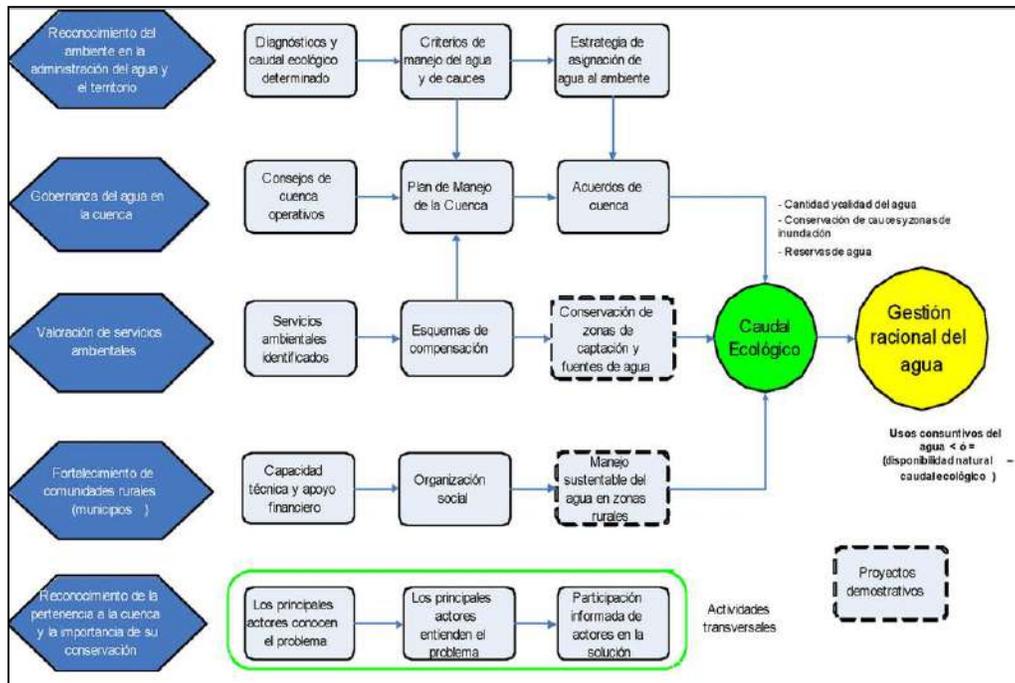
De otra parte, los objetivos del modelo se describen a continuación (WWF, 2012):

- “Impulsar y fortalecer los procesos de gobernanza del agua en la cuenca orientados a obtener acuerdos para la implementación del caudal ecológico, considerando el manejo del territorio.
- Generar experiencias que demuestren la factibilidad de la conservación de las zonas de captación y protección de las fuentes de agua, así como la provisión de servicios sustentables de agua y saneamiento para comunidades rurales.

- Lograr que instituciones, usuarios del agua e individuos se reconozcan como parte de la cuenca, entiendan la importancia de su conservación, la de los ecosistemas como proveedores de agua y otros servicios, y que participen en la solución de sus problemas”.

En la Ilustración 2.13 se presenta el esquema general de un modelo para el Manejo Integrado de Cuenca.

Ilustración 2.13. Modelo para el Manejo Integrado de Cuenca



Fuente: (WWF, 2012)

Modelo de la Gestión Integral del Recurso Hídrico

“La gestión integral del recurso hídrico (GIRH) busca orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recursos hídricos, a través de una conciliación entre el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Ecosistemas -Grupo de Recurso Hídrico., 2010)

Teniendo en cuenta la relación entre los actores que interactúan en la cuenca, se observa que “la gobernabilidad sobre el recurso hídrico es un aspecto fundamental para la GIRH, en la medida en que hace posible que dichas relaciones se den de manera armónica, efectiva, eficiente y eficaz, por esta razón, se determinó como el quinto objetivo específico de la misma” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Ecosistemas -Grupo de Recurso Hídrico., 2010).

En este espacio confluyen los tres actores clave para la gestión integral del recurso hídrico: La población, es decir, los usuarios, la Autoridad Ambiental y los Entes Territoriales. Estos actores interactúan a través de los instrumentos de planificación descritos previamente. Las relaciones e interacciones se presentan esquemáticamente en el modelo presentado a continuación.

Ilustración 2.14. Modelo de la Gestión Integral del Recurso Hídrico.



Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Ecosistemas -Grupo de Recurso Hídrico., 2010)

Teniendo en cuenta la información presentada anteriormente, en la Tabla 2.15 se detallan los modelos y su análisis estratégico.

Tabla 2.15. Descripción de modelos según análisis estratégico.

Modelos	Análisis Estratégico
Modelos Hidrológicos	Resultados como variables de estado (Regulación) del sistema o variables de flujo (Oferta)
Modelo Mixto (Hidrología, Agrícola y Económica)	Relaciones entre hidrología, agricultura y otras variables económicas.
Modelos de Zonificación	Otras variables relacionadas con el recurso hídrico, uso potencial de los suelos, conflictos de uso, etc.
Modelos de MICH	Efectos de la gestión sobre las características de la cuenca.
Modelos GIRH	Análisis de políticas e institucional

Fuente: UT Macrocuencas

Con base en la revisión bibliográfica de los modelos estructurados mencionados, se establecen relaciones entre las variables seleccionadas en las etapas, lo que permite construir un modelo adaptado a las características de la Macrocuenca, el cual se describe en la siguiente etapa.

Por medio del análisis de los modelos hidrológicos, se evidencia la importancia de los procesos de sedimentación y la relación entre procesos físicos como la evapotranspiración con la oferta hídrica. Debido a que las variables físicas no se tienen en cuenta en el modelo de la Macrocuenca, se tienen en cuenta variables asociadas a éstas como es el caso de la evapotranspiración y la cobertura de suelo.

De otra parte, a partir del estudio del modelo mixto y el modelo de zonificación ambiental, se observa que es necesario incluir una variable asociada a la producción de alimentos de la canasta básica y tener en cuenta la relación del área de estudio con otras áreas en las cuales exista un intercambio de bienes y servicios.

De igual manera, a partir de la evaluación del Modelo de Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas y del Modelo para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, se observa la importancia de incluir aspectos regulatorios y de planificación, los cuales fueron analizados previamente. Por consiguiente, se establece una relación entre las variables pertenecientes a la dimensión hidrológica y de calidad de agua y las variables de la dimensión económica y social.

Con relación a la configuración espacial de análisis, la caracterización y estudio de la dinámica de la Macrocuenca, requiere que se describan las unidades funcionales que las integran y sus relaciones. Por consiguiente, debido a que el Plan Estratégico es un instrumento de planificación que debe ser coherente con los instrumentos jerárquicamente inferiores, como los POMCAS, se determinó que la unidad de análisis que permite la coordinación entre los mismos, corresponde a la unidad de subzona hidrográfica. De igual manera, con base en las variables clave identificadas y la información disponible sobre éstas, se observa que la mejor manera de analizar espacial y temporalmente los datos asociados a las mismas, corresponden a las subzonas hidrográficas mencionadas.

2.3.6 Talleres de Diagnóstico

Teniendo en cuenta la metodología y dinámica descrita en la Sección de ESTRATEGIA DE NEGOCIACIÓN CON ACTORES CLAVE, se validan las variables clave identificadas para la Macrocuenca en las etapas previas y se incluyen las variables determinadas por los actores clave en la etapa de debate de los talleres, las cuales se presentan en las memorias de los mismos, presentadas en el Anexo 1.

De acuerdo al análisis realizado en esta etapa, se observa que la mayoría de temas y variables identificadas por los actores clave fueron incluidos previamente en los análisis de la Macrocuenca. Sin embargo, en la dimensión cultural y social no se habían incorporado las siguientes variables: Número de organizaciones de la sociedad civil, Área del territorio correspondiente a comunidades étnicas Número de Municipios con Jurisdicción en la Subzona hidrográfica, Número de departamentos con Jurisdicción en la Subzona hidrográfica y Número de Corporaciones Autónomas.

Adicionalmente, se incluyó una variable que permitiera conocer características y distribuciones dentro del territorio asociados a la tenencia de la tierra, por lo que se determina como variable clave el índice de tenencia de la Tierra.

Finalmente, con base en el proceso metodológico se identifican 57 variables clave, las cuales se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 2.16. Lista de Variables Clave Identificadas

Tema	Variable Clave
Oferta Hídrica	Oferta hídrica superficial en metros cúbicos al año
	Capacidad Específica promedio de acuíferos
Demanda para Uso doméstico	Demanda para Uso doméstico en metros cúbicos al año
	Número de habitantes en el sector rural
	Número de habitantes en las cabeceras urbanas
Demanda para Uso Industrial	Demanda para Uso Industrial en metros cúbicos al año
	Número de hogares con actividad industrial
	Gran Industria (Número de establecimientos)
	Producción de carbón en toneladas al año
	Producción de oro en gramos al año
	Producción de plata en gramos al año
	Producción de hidrocarburos en barriles al año
	Volumen en metros cúbicos de regulación hidráulica disponible en infraestructura hidrogeneración
Capacidad instalada en megavatios de hidrogeneración	
Demanda para Uso agropecuario	Demanda para Uso agropecuario en metros cúbicos al año
	Área Cultivos permanentes
	Área Cultivos transitorios
	Área Pastos
Finanzas Públicas	Valor en Pesos al año captados por el Impuesto de Industria y Comercio
	Valor en Pesos al año generados por regalías
Empleo	Tasa de desempleo anual
Salud	Morbilidad anual por enfermedades relacionadas con la calidad del agua
Navegabilidad	Volumen de carga transporte fluvial en toneladas al año
	Kilómetros de río en canal navegable para transporte de carga
Pesca Artesanal	Volumen de pesca artesanal en agua dulce
	Volumen de pesca artesanal en mar
Riesgo	Número de hogares afectados por inundación
	Número de hogares afectados por avalanchas
	Número de hogares afectados por deslizamiento
	Número de hogares con cultivos perdidos
	Número de hogares con pérdidas en ganado
	Área en hectáreas con amenaza de inundación
Cobertura del suelo, Ecosistemas terrestres y de Agua dulce.	Hectáreas de uso potencial para la agricultura
	Porcentaje de Cobertura Natural en Subzona
	Porcentaje de Cobertura Natural en Área Activa de Inundación
	Hectáreas correspondientes a páramos
	Hectáreas correspondientes a áreas prioritarias de conservación
	Hectáreas correspondientes a áreas protegidas

Tema	Variable Clave
	Porcentaje de Cobertura Natural en Ronda Hídrica
Ecosistemas Marinos y Costeros	Aporte de sedimentos a ecosistemas marinos y costeros en toneladas por día por kilómetro cuadrado
Calidad del agua	Índice de alteración potencial de la calidad del agua IACAL
	Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano - IRCA
	Índice de Remoción de carga contaminante doméstica por tratamiento de aguas residuales
	Aporte de sedimentos en toneladas por día por kilómetro cuadrado
Seguridad Alimentaria	Volumen de Producción en Cultivos de Alimentos canasta básica en toneladas
Tenencia de la tierra	Índice de tenencia de la tierra
Cultural, social y político administrativo.	Numero de organizaciones de la sociedad civil
	Área del territorio correspondiente a comunidades étnicas
	Número de Municipios con Jurisdicción en la Subzona hidrográfica
	Numero de Departamentos con Jurisdicción en la Subzona hidrográfica
	Numero de CAR con Jurisdicción en la Subzona hidrográfica
Precio internacional	Precio internacional de la plata
	Precio internacional de la carne
	Precio internacional del café
	Precio internacional del carbón
	Precio internacional del oro
	Precio internacional del petróleo

Fuente: UT Macrocuencas

Teniendo en cuenta lo anterior, se realiza el Análisis Estructural con la herramienta MICMAC para identificar la motricidad y dependencia de las variables clave sobre la dinámica de la Macrocuenca.

2.3.7 Análisis Estructural de Variables Claves con MICMAC.

El análisis estructural MICMAC con base en (Arcade, Godet, Meunier, & Roubelat), es una herramienta diseñada para enlazar ideas y el cual permite describir el sistema gracias a una matriz que relaciona todos sus elementos fundamentales. El acrónimo MICMAC proviene de las palabras: Matriz de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada a una Clasificación, método elaborado por M. Godet en colaboración con J.C. Duperrin. El método permite, mediante el estudio de estas relaciones, establecer las categorías de influencia y dependencia de las variables que son esenciales para la evolución del sistema. Tiene la ventaja de estimular la reflexión dentro del grupo y que lleva a pensar en algunos aspectos, que son a veces contradictorios.

La Descripción de las relaciones entre las variables se realiza con base en las relaciones de influencia directas entre ellas. Como resultado de esta etapa, debe construirse una matriz de análisis estructural (*MAE*) de $n \times n$ con $n =$ número de variables, en donde se califica la influencia de las variables de fila sobre las variables de columna siguiendo las siguientes convenciones:

Ponderación de Relaciones	
0	No tiene influencia directa
1	Influencia directa débil
2	Influencia directa media
3	Influencia directa fuerte

La *MAE* no tiene que ser simétrica, en cuanto califica relaciones unidireccionales y únicas para cada par de variables: es decir, no puede haber relaciones de la variable i a la variable j y además de la variable j a la variable i . Las calificaciones de la matriz serán determinadas en conjunto con expertos y validadas en reuniones.

A continuación se presenta la descripción de las relaciones de motricidad y dependencia de las variables y su proceso de cálculo.

- **Motricidad y Dependencia directas:** A partir de la *MAE*, se calcula la motricidad y la dependencia de las variables que componen el sistema. La motricidad se define como el grado de influencia que una variable tiene sobre las demás, mientras que la dependencia se define como el grado de influencia que tienen las demás variables sobre una en particular. Formalmente, la motricidad y la dependencia de la variable k se calcula como:

$$\text{Motricidad: } M_k = \sum_{j=1}^n MAE_{k,j}, \text{ Dependencia: } D_k = \sum_{i=1}^n MAE_{i,k}$$

Dónde:

$MAE_{i,j}$ Corresponde al elemento de la matriz MAE de la i -ésima fila y la j -ésima columna.

Es importante resaltar que este enfoque sólo tiene en cuenta las relaciones directas entre las variables, por lo que es posible que una variable que inflencie un pequeño número de variables, que a su vez determinan el estado y la evolución del sistema, tenga una motricidad baja y se considere que no influye en el sistema, cuando al influir en las variables determinantes puede ser aquella con una mayor influencia total sobre el sistema. Para trascender este problema, se recurre al análisis de influencias directas e indirectas.

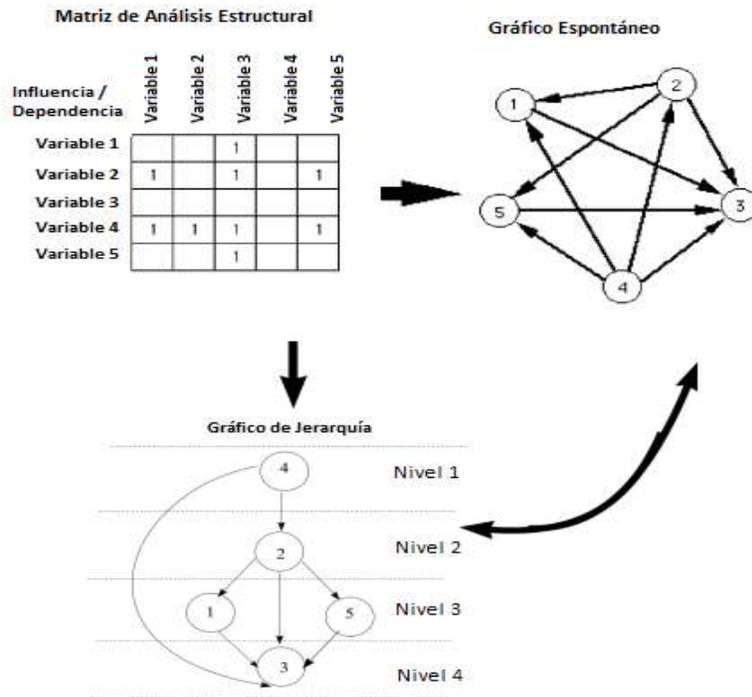
- **Cálculo de Motricidad y Dependencia directas e indirectas por medio de MICMAC:** Para identificar la dependencia y la motricidad de una variable teniendo en cuenta relaciones de grado l

se utiliza el método MICMAC que consiste en elevar a la l la matriz MAE y calcular la motricidad y la dependencia de las variables sobre esta matriz. En teoría, al identificar las variables clave, se busca incorporar a todas las relaciones indirectas lo cual equivale a llevar $l \rightarrow \infty$. Para que el cálculo sea posible, se requiere un l finito, por lo que se aconseja buscar l tal que la matriz MAE sea estable; es decir, que $[MAE]^l = [MAE]^{l+1} + \varepsilon$, donde ε es una matriz de números muy pequeños. Generalmente, esto se obtiene con $l \leq 9$. Así pues, los indicadores de motricidad y dependencia de grado l se calculan como:

$$\text{Motricidad: } M_k^l = \sum_{j=1}^n [MAE]^l_{k,j}, \text{ Dependencia: } D_k^l = \sum_{i=1}^n [MAE]^l_{i,k}$$

- **Categorización de variables clave:** Las variables clave identificadas se ubican en el plano de motricidad-dependencia como se muestra en la siguiente ilustración. De ésta manera, es posible determinar la relevancia de las mismas en la Macrocuena.

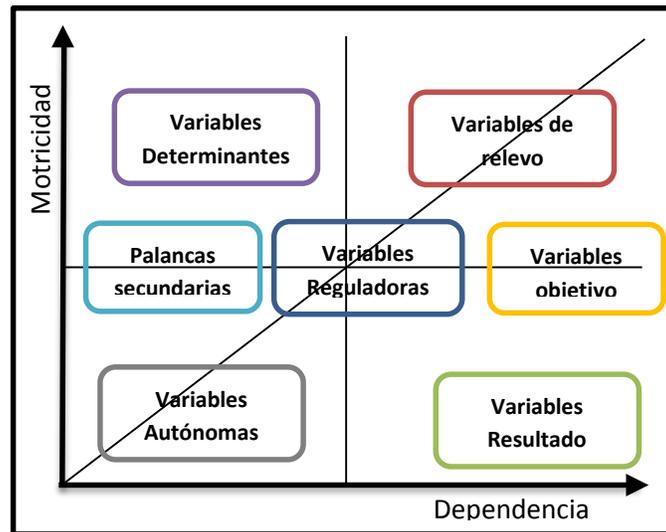
Ilustración 2.15. Proceso metodológico de MICMAC.



Fuente: (Arcade, Godet, Meunier, & Roubelat)

A continuación se presenta el plano de caracterización de las variables clave.

Ilustración 2.16: Gráfico de motricidad-dependencia.



Fuente: (Arcade, Godet, Meunier, & Roubelat)

Teniendo en cuenta el proceso metodológico, se califica la matriz de Influencia directa de las 56 variables clave, teniendo en cuenta las relaciones identificadas previamente en las estructuras de cálculo oficial, los modelos estructurados y el análisis de instrumentos de planificación. La matriz

calificada, la cual tiene una dimensión de 57 x 57, se ingresa como parámetro en el software MICMAC para determinar el nivel de motricidad y dependencia de las mismas.

A continuación se presenta la descripción de las variables según su ubicación en los cuadrantes del Gráfico de Motricidad- Dependencia.

Las **variables determinantes** son aquellas con alta motricidad y baja dependencia. Las acciones más efectivas para modificar el estado del sistema cuando se tiene algún tipo de control sobre estas variables, así como para encarnar los supuestos de distintos escenarios para ejercicios de prospectiva cuando se trata de variables externas, son las variables determinantes puesto que actúan como variables de entrada en el sistema.

Dentro de ésta categoría, se encuentran las variables de oferta hídrica superficial y las asociadas a la dimensión de la cobertura del suelo y ecosistemas terrestres y de agua dulce como las hectáreas correspondientes a páramos, áreas protegidas y áreas prioritarias de conservación.

Lo anterior evidencia que los lineamientos de los Planes Estratégicos deben ir dirigidos a acciones y políticas que regulen el uso del suelo mediante la protección y regulación de la cobertura natural del mismo, debido a que de éste depende la oferta hídrica a partir de la cual se abastecen los demás sectores.

Las **variables de relevo** se definen como aquellas con altos niveles de motricidad y dependencia. Estas variables describen el estado del sistema y son factores de inestabilidad.

En esta clasificación se ubicaron las variables de cálculo de Índice de tenencia de la tierra y las variables relacionadas con la demanda de los diferentes sectores, doméstica, agrícola e industrial. De igual manera se encuentran las variables de áreas dedicadas a cultivos y pastos. Por consiguiente, se observa que al analizar estas variables es posible determinar el sector que más demanda los recursos de la Macrocuenca y es posible establecer la ocupación actual del territorio de la misma.

Las **variables resultado** son las variables de salida en el sistema y, dado que son muy dependientes y poco motrices, su evolución depende en gran medida de las variables determinantes y las variables de relevo.

Como variables resultado se presentan los indicadores de Finanzas Públicas y las variables socioeconómicas tales como el Valor en Pesos al año captados por el Impuesto de Industria y Comercio y el Valor en Pesos al año generados por regalías. Lo anterior, debido a que dependen de las variables identificadas como determinantes, tales como el número de habitantes.

Las **variables objetivo** son muy dependientes pero conservan un grado medio de motricidad, por lo que constituyen palancas interesantes para influir sobre la evolución del sistema.

Las variables socioeconómicas como el Índice de alteración potencial de la calidad del agua IACAL se encuentra dentro de ésta categoría, debido a su importancia y relación con el bienestar de la población, lo cual está relacionado directamente con la gestión Integral y calidad del recurso hídrico.

Las **variables autónomas** son aquellas que parecen no depender o influir mucho sobre el sistema.

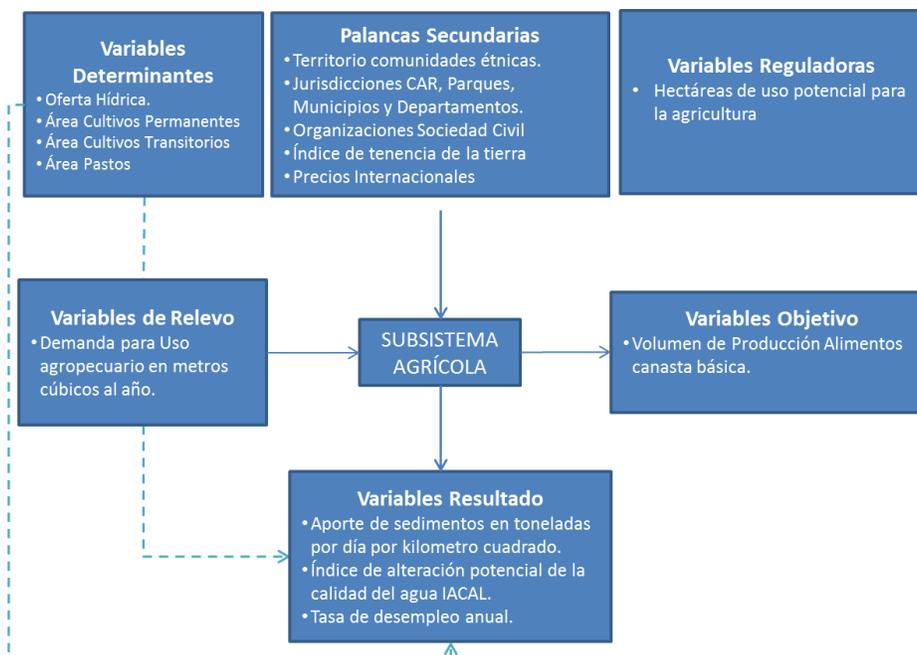
En esta clasificación se encuentran las variables económicas relacionadas con los precios internacionales, debido a que éstos no dependen de las condiciones propias de la Macrocuenca, pero si modifican y alteran otras variables como la producción minera y la producción de alimentos.

Las **palancas secundarias** corresponden a variables con un grado medio de motricidad y un grado bajo de dependencia, por lo que constituyen un segundo frente de acción para encaminar políticas que refuercen las acciones emprendidas con las variables determinantes. Por último, las **variables reguladoras** se sitúan en el centro de gravedad de la gráfica, de modo que son medianamente dependientes y medianamente volátiles. Así pues, estas variables pueden actuar a la vez como palancas secundarias.

Las variables de volumen de carga de transporte fluvial y volumen en metros cúbico de regulación hidráulica disponible en infraestructura de hidrogenación, se constituyen en variables reguladoras debido a que reflejan el cambio en las variables determinantes, lo cual permitiría establecer controles sobre las mismas.

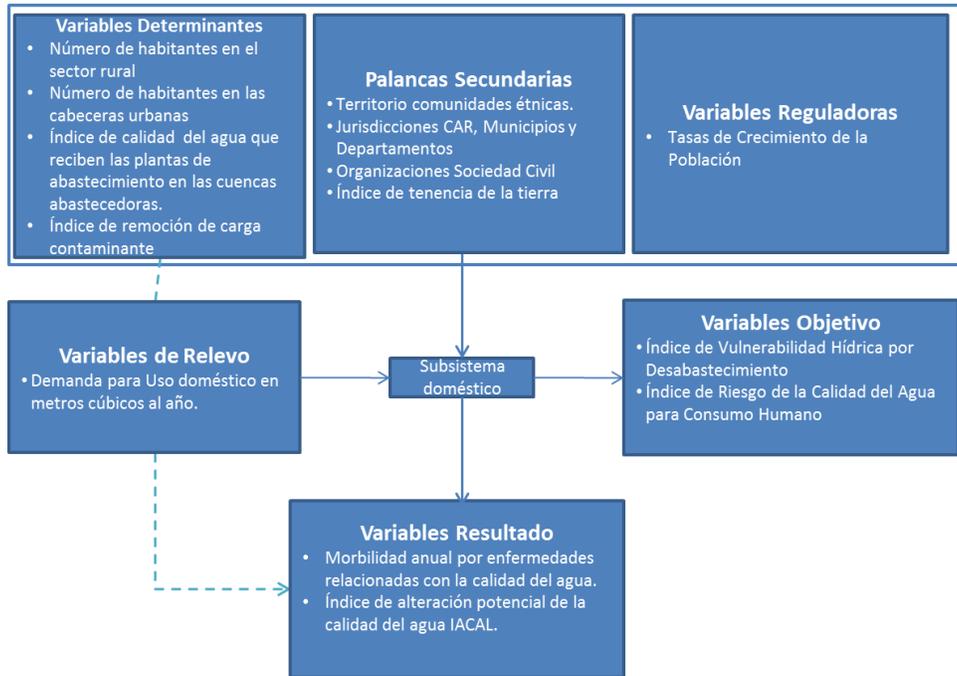
Finalmente, se presentan las variables clave identificadas y su clasificación según el MICMAC de acuerdo a los siguientes subsistemas.

Ilustración 2.17. Subsistema Agrícola.



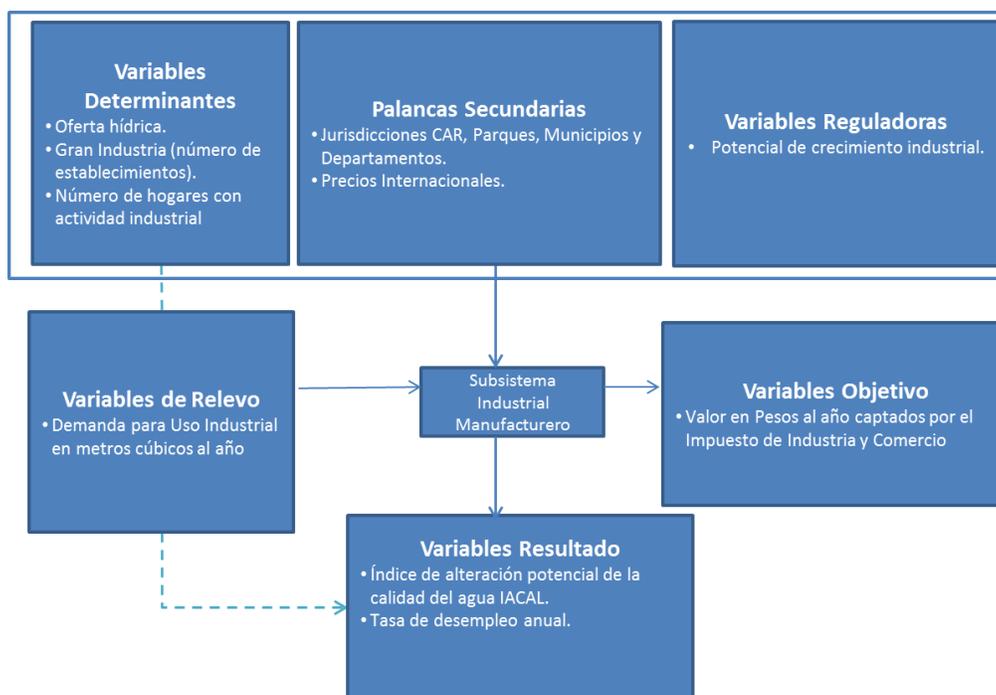
Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 2.18. Subsistema Doméstico.



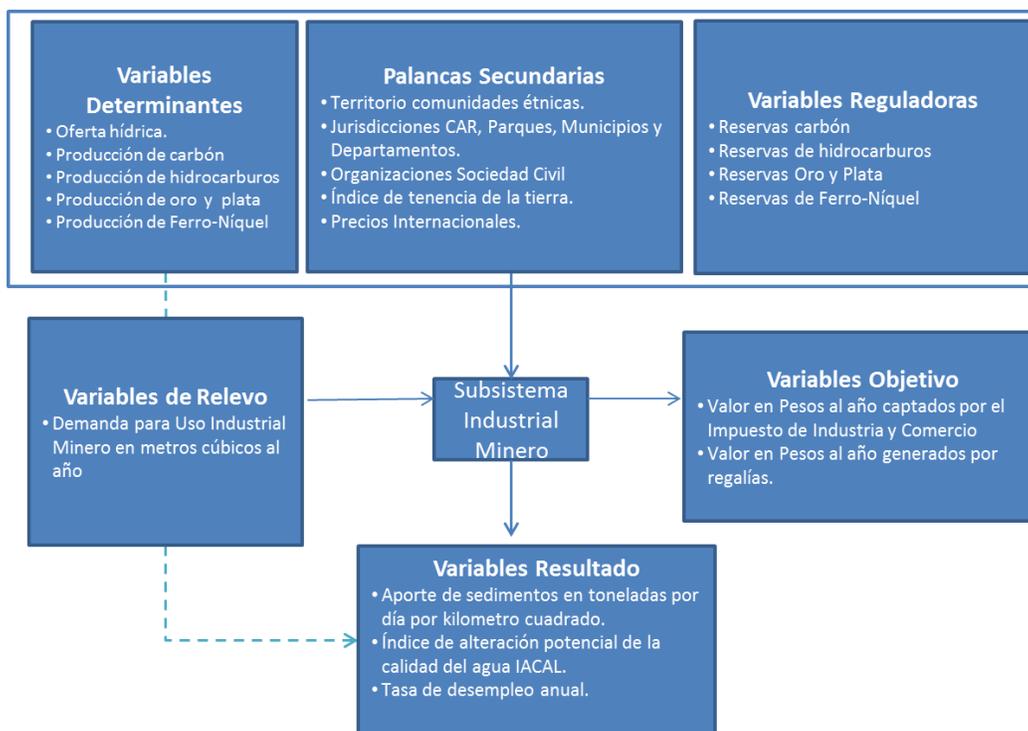
Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 2.19. Subsistema Industrial Manufacturero



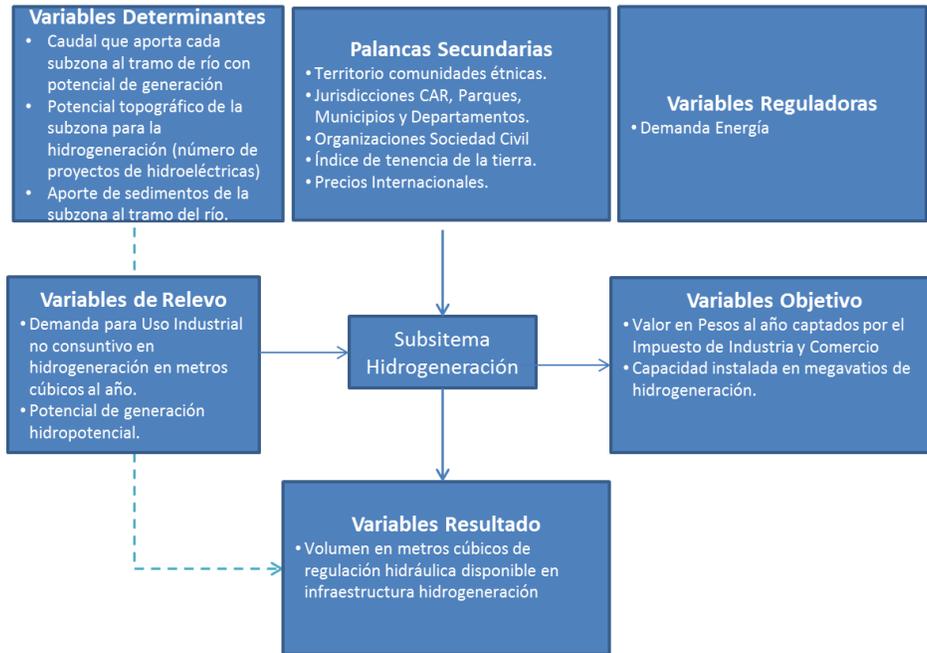
Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 2.20. Subsistema Industrial Minero



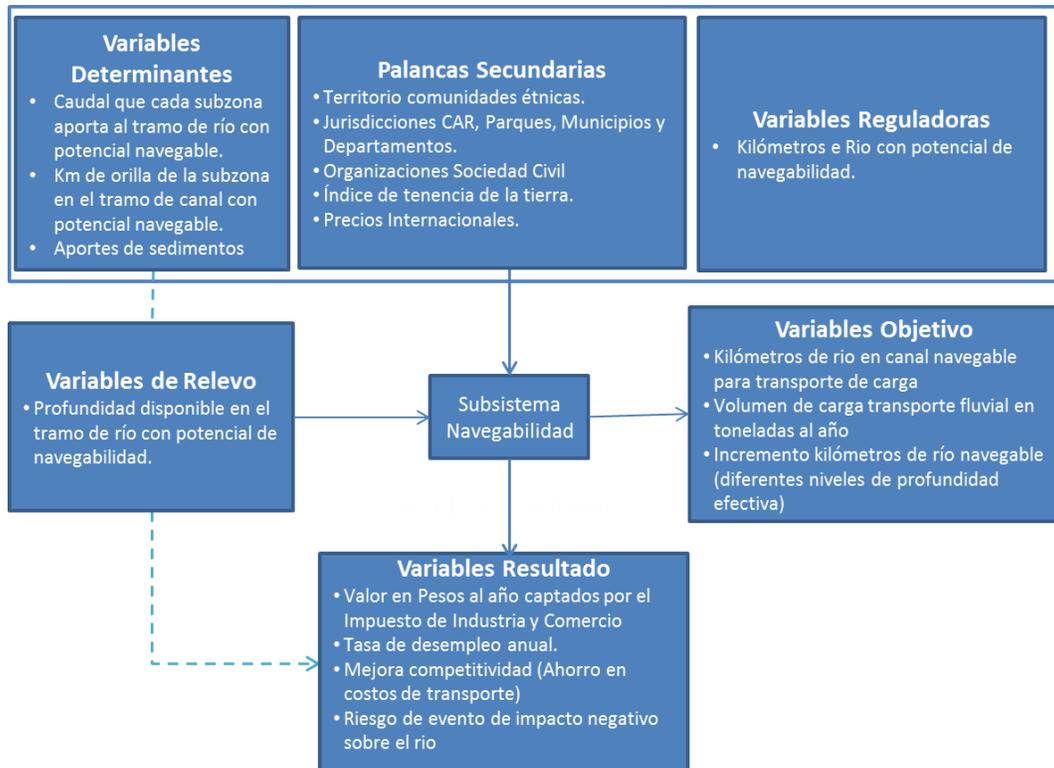
Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 2.21. Subsistema Hidrogeneración



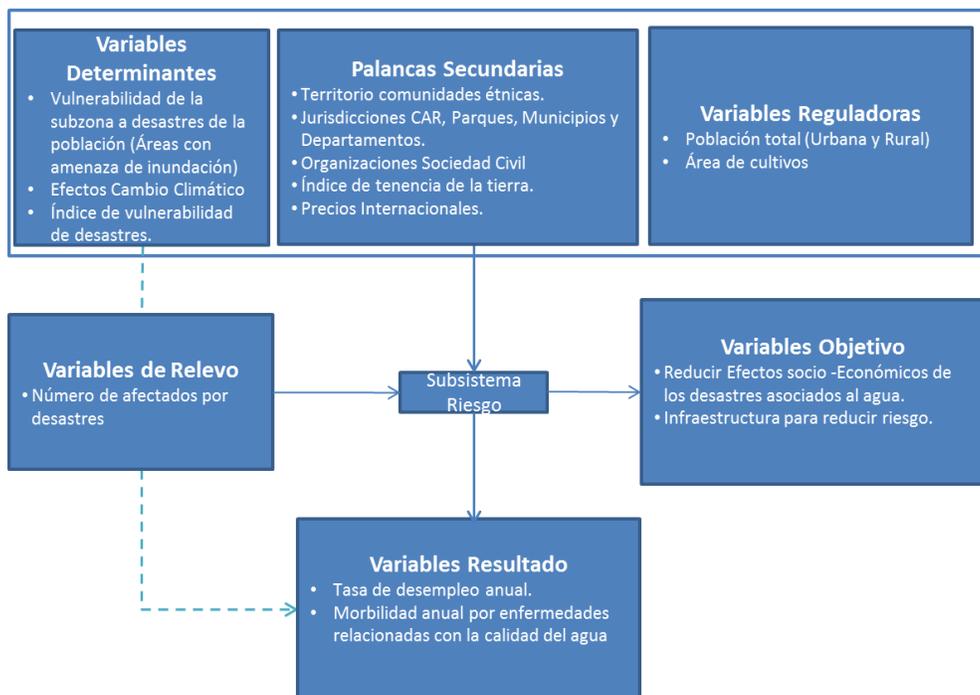
Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 2.22. Subsistema Navegabilidad



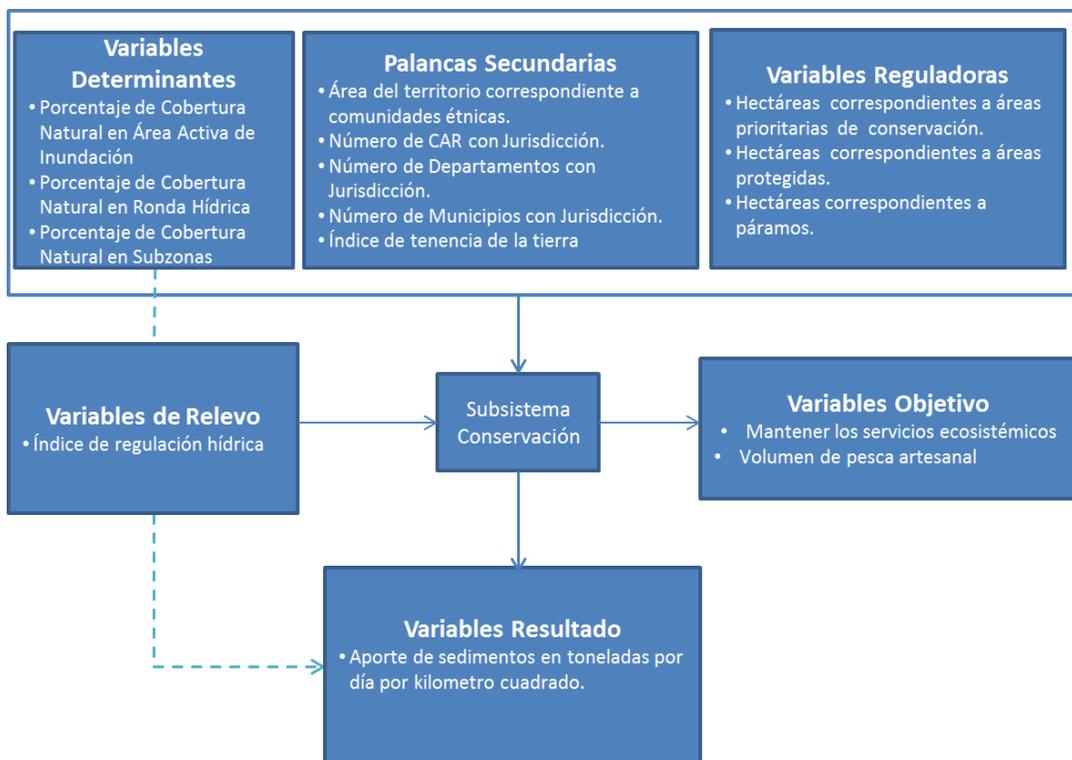
Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 2.23. Subsistema Riesgo



Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 2.24. Subsistema Conservación

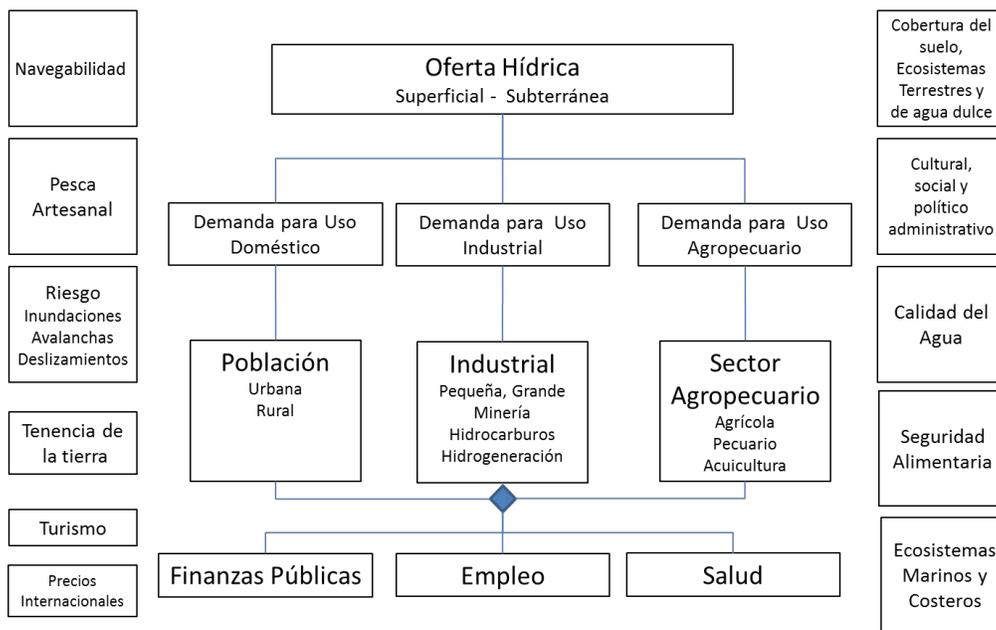


Fuente: UT Macrocuencas

De otra parte, con base en el proceso metodológico descrito anteriormente y el estudio de modelos, se establece un modelo adaptado y aplicado según las características propias de la Macrocuenca.

En la siguiente ilustración se presenta el modelo estructural planteado para la Macrocuenca, según las dimensiones y aspectos analizados para la misma.

Ilustración 2.25. Modelo estructural.



Fuente: UT Macrocuencas

Con base en el modelo presentado, se observa que se tienen en cuenta las cuatro dimensiones de la Gobernanza del Agua y los aspectos que regulan los diferentes instrumentos de planificación a los que da lineamiento el Plan Estratégico. Así mismo, a partir de las relaciones establecidas entre las variables clave identificadas que tienen la capacidad de transformar, alterar y/o perturbar total o parcialmente los recursos naturales de la Macrocuenca, haciendo énfasis en el recurso hídrico, es posible determinar diferentes escenarios para la Macrocuenca.

2.4 ANÁLISIS DIAGNÓSTICO MULTITEMPORAL.

Se presenta a continuación un análisis multitemporal con base en la información existente, con la cual se hace una evaluación de los principales cambios físicos de la Macrocuenca Magdalena-Cauca. Adicionalmente se hace un análisis de la información presentada en la línea base, con datos históricos y proyecciones a futuro para ciertos factores relevantes. Este análisis multitemporal se divide primero en tendencias macroeconómicas y sectoriales, segundo en tendencias del sector agropecuario, tercero en tendencias del sector de la minería y los hidrocarburos, cuarto en tendencias de ecosistemas y biodiversidad y sexto otras tendencias.

El diagnóstico analítico presentado a continuación muestra los diferentes indicadores usados para definir el estado socioeconómico, ambiental y dinámica de la oferta y demanda del recurso hídrico de la Macrocuenca Magdalena-Cauca, con proyecciones mostradas en ilustraciones.

Las proyecciones se realizan dada la importancia que tienen para la observación y análisis de tendencias en los diferentes índices y variables, lo que conlleva la elaboración de un diagnóstico claro de la Macrocuenca. Ésta herramienta permite modelar el comportamiento futuro de las actividades de la población, visualizando el impacto que tienen éstas en los indicadores.

2.4.1 Oferta y demanda

En este numeral se presenta la prospectiva de lo que sucederá en las diferentes subzonas hidrográficas respecto de su demanda de agua y de la relación de la demanda con la oferta hídrica superficial disponible y agua subterránea.

2.4.1.1 Agua Superficial

Para la evaluación y el diagnóstico relacionado con el agua superficial en la Macrocuenca, se analizó la oferta y la demanda actual y proyectada del sector doméstico, agropecuario e industrial para cada subzona y el balance entre éstos.

Para la proyección de la demanda se tuvieron en cuenta, criterios de tipo económico, como el crecimiento del PIB para diferentes sectores. Posteriormente se analiza el índice de vulnerabilidad hídrica al desabastecimiento (IVH) para luego determinar el cambio del balance demanda/oferta (IUA) y la vulnerabilidad al des-abastecimiento (IVH), considerando diferentes supuestos de caudal ambiental. Por último se establecieron tendencias de vulnerabilidad hídrica considerando el impacto de la calidad sobre la oferta.

2.4.1.1.1 Análisis proyección de la actividad socioeconómica y demanda del agua

El diagnóstico analítico presentado a continuación muestra los diferentes indicadores usados para definir el estado socioeconómico, ambiental y dinámica de la oferta y demanda del recurso hídrico de la Macrocuenca Magdalena-Cauca, con proyecciones mostradas en ilustraciones.

Las proyecciones se realizan dada la importancia que tienen para la observación y análisis de tendencias en los diferentes índices y variables, lo que conlleva la elaboración de un diagnóstico

claro de la Macrocuenca. Ésta herramienta permite modelar el comportamiento futuro de las actividades de la población, visualizando el impacto que tienen éstas en los indicadores.

El cálculo de la proyección de la demanda de agua e indicadores socioeconómicos para las subzonas hidrográficas por sectores se realizó mediante el siguiente procedimiento:

- I. Proyección del comportamiento económico a la luz de la evidencia internacional-recomposición económica de Colombia: Éste análisis realizado por la Unión Temporal, busca clasificar a Colombia dentro de un grupo de países con PIB similar, lo que permite asumir que las tasas de crecimiento promedio en Agricultura, Industria y Servicios serán similares para dichos países.

Tabla 2.17: Indicadores de desarrollo mundial – Banco Mundial 115 países. Información para 2010.

Límite Inferior	Límite Superior	Número de países	Promedios Simples				
			Población	PIB per cápita promedio	Agricultura (% PIB)	Industria (% PIB)	Servicios (% PIB)
0	1,000	21	28,678,899	534	30.1	22.7	47.2
1,000	3,000	29	76,856,324	1,807	20.5	35.4	44.1
3,000	5,000	14	107,752,538	4,021	10.5	33.1	56.4
5,000	10,000	21	37,447,461	7,376	7.2	38.0	54.7
10,000	20,000	13	15,539,623	14,220	3.9	36.7	59.4
20,000	40,000	7	22,150,977	33,169	1.2	27.4	71.4
40,000 +		10	59,106,046	51,808	1.7	26.6	71.8
		115					

Fuente: Cálculos UT Macrocuenca con información de (Banco Mundial , 2010)

Actualmente Colombia se encuentra dentro del subgrupo de países con un rango del PIB per cápita entre los \$ 5000-\$10000 dólares. En éste los porcentajes del PIB para los sectores Agricultura, Industria y Servicios son 7.2%, 38%, 54.7% respectivamente. De la tabla se concluye que a medida que los países van aumentando su PIB, la participación de la Agricultura en éste indicador va disminuyendo; en la Industria crece hasta un porcentaje aproximado de 38% y decae; y en Servicios aumenta de manera continua. Por lo tanto, Colombia podría presentar una tendencia similar.

- II. Proyección de sectores socioeconómicos: Primero se proyecta el PIB per cápita del país, teniendo en cuenta un periodo que va desde el año 2013 hasta el año 2050. Para su estimación se utiliza: “PIB de Colombia para el año 2010, el cual registró un valor a precios corrientes de \$544.924 miles de millones de pesos y de \$621.615 miles de millones de pesos durante el año 2011. Por su parte, a precios constantes de 2005 por encadenamiento, el valor del PIB ascendió a \$424.599 miles de millones de pesos y \$452.815 miles de millones de pesos para los años 2010 y 2011, respectivamente, lo que representó variaciones de 4,0% y 6,6% superiores a los obtenidos en los años 2008 y 2009” (DANE).

Crecimiento Deflactor del PIB: Es un índice que permite desagregar las series en sus dos componentes de precios y cantidades. Para éste caso se trata del cociente entre los crecimientos del PIB nominal y el PIB real, correspondientes al año en curso y el año base

respectivamente (Requeijo & Iranzo, 2006). Para el cálculo inicial se utiliza la siguiente ecuación:

$$CDP_i = \left(\frac{\frac{PN_i}{PR_i}}{\frac{PN_{i-1}}{PR_{i-1}}} - 1 \right) * 100$$

Dónde:

CDP_i = Crecimiento Deflactor del PIB, en el año i .

PN_i = PIB nominal, en el Periodo i (precios corrientes).

PR_i = PIB real, en el Periodo i (precios constantes).

Desde el año 2013 en adelante se asume un valor constante de 3 dada una meta nacional.

Crecimiento del PIB real: Para los años 2010 y 2011 se utiliza el cálculo del DANE; en los años 2012 Y 2013 se calcula el cociente entre el PIB real de ese año y el anterior; y para los años de la proyección se asigna un valor constante de 4.5% (meta nacional), es decir sería el crecimiento del PIB sin tener en cuenta la variación de los precios provocada por la inflación. Para el precio se utiliza 2005 como año base. Con ésta tasa se calculan todos los valores del *PIB real*.

PIB nominal: Para los años 2010 y 2011 se utiliza el cálculo del DANE. En la proyección se utiliza el *PIB nominal* del año anterior, el crecimiento del *PIB real* y el *crecimiento deflactor del PIB*.

$$PN_i = PN_{i-1} \left(\frac{CRP_i}{100} + 1 \right) * \left(\frac{CDP_i}{100} + 1 \right)$$

Dónde:

PN_i = PIB nominal, en el Periodo i (precios corrientes).

CRP_i = Crecimiento real del PIB, en el año i .

CDP_i = Crecimiento Deflactor PIB, en el año i .

PIB per cápita: Se divide el valor del PIB nominal entre la población y aplicando la tasa de cambio proyectada se tiene el valor en dólares. El compendio de estos valores se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 2.18: PIB per cápita

	Crecimiento PIB Real (%)	PIB constantes de 2005 (Millones)	Crecimiento Deflactor PIB (%)	PIB corrientes (Millones)	Población Personas	PIB per cápita COP	Tasa de Cambio COP/USD	PIB per cápita USD	PIB per cápita USD constantes de 2010	Crecimiento PIB per cápita constantes de 2010
2010	4.0	424,599	3.9	544,924	45,509,584	11,973,830	1,898	6,309	6,309	
2011	6.6	452,815	7.0	621,615	46,044,601	13,500,280	1,848	7,305	7,161	13.5
2012	4.0	470,947	2.8	664,515	46,581,823	14,265,543	1,798	7,933	7,625	6.5
2013	4.2	490,727	3.0	713,197	47,121,089	15,135,418	1,816	8,335	7,854	3.0
2014	4.5	512,809	3.0	767,650	47,661,787	16,106,194	1,834	8,784	8,115	3.3
2015	4.5	535,886	3.0	826,260	48,203,405	17,141,114	1,852	9,257	8,385	3.3
2016	4.5	560,001	3.0	889,345	48,747,708	18,243,833	1,870	9,757	8,664	3.3
2017	4.5	585,201	3.0	957,247	49,291,609	19,420,070	1,888	10,285	8,954	3.3
2018	4.5	611,535	3.0	1,030,332	49,834,240	20,675,188	1,907	10,844	9,255	3.4
2019	4.5	639,054	3.0	1,108,998	50,374,478	22,015,080	1,925	11,434	9,568	3.4
2020	4.5	667,811	3.0	1,193,670	50,911,747	23,445,869	1,944	12,059	9,893	3.4
2021	4.5	697,863	3.0	1,284,807	51,454,746	24,969,648	1,963	12,718	10,229	3.4
2022	4.5	729,267	3.0	1,382,902	52,003,537	26,592,458	1,983	13,414	10,576	3.4
2023	4.5	762,084	3.0	1,488,486	52,558,181	28,320,738	2,002	14,147	10,936	3.4
2024	4.5	796,377	3.0	1,602,132	53,118,740	30,161,340	2,022	14,920	11,307	3.4
2025	4.5	832,214	3.0	1,724,455	53,685,278	32,121,566	2,041	15,735	11,691	3.4
2026	4.5	869,664	3.0	1,856,117	54,257,858	34,209,189	2,061	16,595	12,089	3.4
2027	4.5	908,799	3.0	1,997,832	54,836,545	36,432,490	2,082	17,502	12,499	3.4
2028	4.5	949,695	3.0	2,150,366	55,421,404	38,800,286	2,102	18,459	12,924	3.4
2029	4.5	992,431	3.0	2,314,547	56,012,501	41,321,969	2,123	19,467	13,363	3.4
2030	4.5	1,037,091	3.0	2,491,262	56,609,903	44,007,539	2,143	20,531	13,817	3.4
2031	4.5	1,083,760	3.0	2,681,470	57,213,676	46,867,647	2,164	21,653	14,286	3.4
2032	4.5	1,132,529	3.0	2,886,201	57,823,888	49,913,638	2,186	22,837	14,772	3.4
2033	4.5	1,183,493	3.0	3,106,562	58,440,609	53,157,592	2,207	24,085	15,273	3.4
2034	4.5	1,236,750	3.0	3,343,748	59,063,907	56,612,375	2,229	25,401	15,792	3.4
2035	4.5	1,292,404	3.0	3,599,043	59,693,853	60,291,689	2,251	26,789	16,329	3.4
2036	4.5	1,350,562	3.0	3,873,830	60,330,518	64,210,127	2,273	28,253	16,884	3.4
2037	4.5	1,411,337	3.0	4,169,597	60,973,973	68,383,228	2,295	29,797	17,457	3.4
2038	4.5	1,474,847	3.0	4,487,946	61,624,291	72,827,546	2,317	31,426	18,050	3.4
2039	4.5	1,541,215	3.0	4,830,601	62,281,545	77,560,705	2,340	33,143	18,663	3.4
2040	4.5	1,610,570	3.0	5,199,417	62,945,809	82,601,479	2,363	34,955	19,297	3.4
2041	4.5	1,683,046	3.0	5,596,392	63,617,157	87,969,859	2,386	36,865	19,953	3.4
2042	4.5	1,758,783	3.0	6,023,677	64,295,666	93,687,138	2,410	38,880	20,631	3.4
2043	4.5	1,837,928	3.0	6,483,585	64,981,412	99,775,990	2,433	41,005	21,332	3.4
2044	4.5	1,920,635	3.0	6,978,606	65,674,471	106,260,565	2,457	43,246	22,056	3.4
2045	4.5	2,007,063	3.0	7,511,423	66,374,922	113,166,581	2,481	45,609	22,806	3.4
2046	4.5	2,097,381	3.0	8,084,920	67,082,844	120,521,428	2,506	48,102	23,581	3.4
2047	4.5	2,191,763	3.0	8,702,204	67,798,316	128,354,276	2,530	50,730	24,382	3.4
2048	4.5	2,290,393	3.0	9,366,617	68,521,419	136,696,192	2,555	53,503	25,210	3.4
2049	4.5	2,393,460	3.0	10,081,758	69,252,234	145,580,260	2,580	56,427	26,066	3.4
2050	4.5	2,501,166	3.0	10,851,500	69,990,844	155,041,715	2,605	59,511	26,952	3.4

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE), (Banco de la República, 2012)

Los valores contenidos en la tabla anterior son el insumo para calcular la participación de los sectores económicos: Agricultura, Industria y Servicios en el PIB per cápita de Colombia, durante el tiempo de proyección. Para los tres se calcula un gradiente que da la variación de la participación bajo el nombre *Gradiente escalones*. En éste se tiene en cuenta la diferencia entre el PIB real per cápita del país y el PIB per cápita promedio del subgrupo en el que se encuentra Colombia (PIB entre los \$ 5000-\$10000 dólares), al igual que la variación de la participación promedio de los sectores económicos en el PIB per cápita. A continuación se muestra su composición:

$$GE_{ij} = (PP_{ijk+1} - PP_{ijk}) * \left(\frac{(PCR_j - PCP_{jk})}{(PCP_{jk+1} - PCP_{jk})} \right)$$

Dónde:

GE_{ij}= Gradiente escalones para el sector económico *i* (*i*= 1, 2,3) en el año *j*.

PP_{ijk}=Participación promedio del sector económico *i* en el PIB per cápita promedio, en el año *j*, para el rango de PIB per cápita promedio *k* (*k*=1..7). Existen 7 rangos donde el primero va de \$ 0-\$1.000 dólares, y el último de \$40.000 dólares en adelante.

$PCR_j = \text{PIB per cápita real del país en el año } j.$

$PCP_{jk} = \text{PIB per cápita promedio en el año } j, \text{ en el rango } k.$

Con éste gradiente se hace el ajuste a la participación promedio de los sectores económicos en el PIB per cápita de Colombia, arrojando los siguientes resultados:

Tabla 2.19. Participación promedio de la agricultura en el PIB per cápita promedio de Colombia

	PIB per cápita USD constantes de 2010	Promedio al que pertenece del rango	Promedio del siguiente rango	Participación promedio agrícola del rango	Participación agrícola promedio del siguiente rango	Gradiente escalones	Participación agrícola en los escalones	Índice PIB per cápita	Crecimiento acumulado agrícola	Crecimiento promedio anual agrícola	Índice PIB per cápita	Aproximación participación agrícola
2010												
2011												
2012	7,625	7,376	14,220	7.2	3.9	-0.1228	7.1	100			7.1	7.1
2013	7,854	7,376	14,220	7.2	3.9	-0.2360	7.0	104			7.2	6.9
2014	8,115	7,376	14,220	7.2	3.9	-0.3645	6.9	109			7.3	6.7
2015	8,385	7,376	14,220	7.2	3.9	-0.4977	6.8	114			7.4	6.5
2016	8,664	7,376	14,220	7.2	3.9	-0.6356	6.6	119			7.4	6.3
2017	8,954	7,376	14,220	7.2	3.9	-0.7788	6.5	124			7.5	6.0
2018	9,255	7,376	14,220	7.2	3.9	-0.9274	6.3	130			7.6	5.8
2019	9,568	7,376	14,220	7.2	3.9	-1.0817	6.2	136			7.7	5.7
2020	9,893	7,376	14,220	7.2	3.9	-1.2421	6.0	142			7.8	5.5
2021	10,229	7,376	14,220	7.2	3.9	-1.4080	5.8	148			7.8	5.3
2022	10,576	7,376	14,220	7.2	3.9	-1.5795	5.7	155			7.9	5.1
2023	10,936	7,376	14,220	7.2	3.9	-1.7569	5.5	162			8.0	4.9
2024	11,307	7,376	14,220	7.2	3.9	-1.9402	5.3	169			8.1	4.8
2025	11,691	7,376	14,220	7.2	3.9	-2.1298	5.1	177			8.2	4.6
2026	12,089	7,376	14,220	7.2	3.9	-2.3259	4.9	185			8.3	4.5
2027	12,499	7,376	14,220	7.2	3.9	-2.5286	4.7	193			8.3	4.3
2028	12,924	7,376	14,220	7.2	3.9	-2.7381	4.5	202			8.4	4.2
2029	13,363	7,376	14,220	7.2	3.9	-2.9548	4.3	211			8.5	4.0
2030	13,817	7,376	14,220	7.2	3.9	-3.1789	4.1	220			8.6	3.9
2031	14,286	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.0093	3.9	230			8.7	3.8
2032	14,772	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.0775	3.8	240			8.8	3.7
2033	15,273	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.1479	3.7	251			8.9	3.5
2034	15,792	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.2208	3.7	263			9.0	3.4
2035	16,329	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.2961	3.6	274			9.1	3.3
2036	16,884	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.3740	3.5	287			9.2	3.2
2037	17,457	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.4545	3.4	300			9.3	3.1
2038	18,050	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.5378	3.3	313			9.4	3.0
2039	18,663	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.6239	3.2	327			9.5	2.9
2040	19,297	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.7130	3.2	342			9.6	2.8
2041	19,953	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.8050	3.1	357			9.7	2.7
2042	20,631	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.9002	3.0	373			9.8	2.6
2043	21,332	14,220	33,169	3.9	1.2	-0.9986	2.9	390			9.9	2.5
2044	22,056	14,220	33,169	3.9	1.2	-1.1004	2.8	408			10.0	2.4
2045	22,806	14,220	33,169	3.9	1.2	-1.2056	2.7	426			10.1	2.4
2046	23,581	14,220	33,169	3.9	1.2	-1.3144	2.6	445			10.2	2.3
2047	24,382	14,220	33,169	3.9	1.2	-1.4268	2.4	465			10.3	2.2
2048	25,210	14,220	33,169	3.9	1.2	-1.5431	2.3	486			10.4	2.1
2049	26,066	14,220	33,169	3.9	1.2	-1.6634	2.2	508			10.5	2.1
2050	26,952	14,220	33,169	3.9	1.2	-1.7877	2.1	531	49.0	1.1	10.6	2.0

Fuente: Cálculos UT Macrocuenas con información de (DANE)

Se observa como la Agricultura va disminuyendo su participación en el PIB per cápita a medida que pasan los años, lo que sugiere que un país como Colombia en su proceso de desarrollo va centrado en la generación de valor monetario en otras actividades diferentes a la Agricultura.

Tabla 2.20. Participación promedio de la industria en el PIB per cápita promedio de Colombia

	PIB per cápita USD constantes de 2010	Promedio del año que pertenece	Promedio del año siguiente	Participación promedio industria año	Participación industria promedio año siguiente	Gradiente escalones	Participación industria año escalones	Índice PIB per cápita	Crecimiento acumulado industria	Crecimiento promedio anual industria	Índice PIB per cápita	Aproximación participación industria
2010												
2011												
2012	7,625	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.0464	38.0	100			38.0	38.0
2013	7,854	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.0891	37.9	104			39.4	37.8
2014	8,115	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.1377	37.9	109			40.9	37.6
2015	8,385	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.1880	37.8	114			42.4	37.3
2016	8,664	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.2401	37.8	119			44.0	37.0
2017	8,954	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.2941	37.7	124			45.7	36.8
2018	9,255	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.3502	37.7	130			47.4	36.5
2019	9,568	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.4085	37.6	136			49.2	36.3
2020	9,893	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.4691	37.6	142			51.1	36.0
2021	10,229	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.5317	37.5	148			53.0	35.8
2022	10,576	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.5965	37.4	155			55.0	35.5
2023	10,936	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.6635	37.4	162			57.1	35.3
2024	11,307	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.7327	37.3	169			59.3	35.0
2025	11,691	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.8043	37.2	177			61.5	34.8
2026	12,089	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.8784	37.1	185			63.8	34.6
2027	12,499	7,376	14,220	38.0	36.7	-0.9549	37.1	193			66.2	34.3
2028	12,924	7,376	14,220	38.0	36.7	-1.0341	37.0	202			68.7	34.1
2029	13,363	7,376	14,220	38.0	36.7	-1.1159	36.9	211			71.3	33.8
2030	13,817	7,376	14,220	38.0	36.7	-1.2005	36.8	220			74.0	33.6
2031	14,286	14,220	33,169	36.7	27.4	-0.0326	36.7	230			76.8	33.4
2032	14,772	14,220	33,169	36.7	27.4	-0.2711	36.5	240			79.7	33.2
2033	15,273	14,220	33,169	36.7	27.4	-0.5178	36.2	251			82.7	32.9
2034	15,792	14,220	33,169	36.7	27.4	-0.7728	36.0	263			85.9	32.7
2035	16,329	14,220	33,169	36.7	27.4	-1.0365	35.7	274			89.1	32.5
2036	16,884	14,220	33,169	36.7	27.4	-1.3091	35.4	287			92.5	32.2
2037	17,457	14,220	33,169	36.7	27.4	-1.5911	35.2	300			96.0	32.0
2038	18,050	14,220	33,169	36.7	27.4	-1.8825	34.9	313			99.6	31.8
2039	18,663	14,220	33,169	36.7	27.4	-2.1839	34.6	327			103.4	31.6
2040	19,297	14,220	33,169	36.7	27.4	-2.4956	34.3	342			107.3	31.4
2041	19,953	14,220	33,169	36.7	27.4	-2.8178	33.9	357			111.3	31.1
2042	20,631	14,220	33,169	36.7	27.4	-3.1509	33.6	373			115.5	30.9
2043	21,332	14,220	33,169	36.7	27.4	-3.4954	33.3	390			119.9	30.7
2044	22,056	14,220	33,169	36.7	27.4	-3.8516	32.9	408			124.4	30.5
2045	22,806	14,220	33,169	36.7	27.4	-4.2199	32.5	426			129.1	30.3
2046	23,581	14,220	33,169	36.7	27.4	-4.6007	32.1	445			134.0	30.1
2047	24,382	14,220	33,169	36.7	27.4	-4.9944	31.8	465			139.0	29.9
2048	25,210	14,220	33,169	36.7	27.4	-5.4015	31.3	486			144.3	29.7
2049	26,066	14,220	33,169	36.7	27.4	-5.8224	30.9	508			149.7	29.5
2050	26,952	14,220	33,169	36.7	27.4	-6.2577	30.5	531	309.2	3.8	155.4	29.3

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE)

La industria también presenta una participación en el PIB per cápita decreciente un poco más pronunciada que la Agricultura, durante el periodo de proyección. Por lo tanto también se centrará la generación de valor monetario, en otro tipo de actividades económicas diferentes a las de la Industria.

Tabla 2.21. Participación promedio de los servicios en el PIB per cápita promedio de Colombia.

	Aproximación de participación agricultura	Aproximación de participación industria	Participación Servicios
2010			
2011			
2012	7.1	38.0	54.9
2013	6.9	37.8	55.3
2014	6.7	37.6	55.8
2015	6.5	37.3	56.2
2016	6.3	37.0	56.7
2017	6.0	36.8	57.2
2018	5.8	36.5	57.6
2019	5.7	36.3	58.1
2020	5.5	36.0	58.5
2021	5.3	35.8	58.9
2022	5.1	35.5	59.4
2023	4.9	35.3	59.8
2024	4.8	35.0	60.2
2025	4.6	34.8	60.6
2026	4.5	34.6	61.0
2027	4.3	34.3	61.4
2028	4.2	34.1	61.7
2029	4.0	33.8	62.1
2030	3.9	33.6	62.5
2031	3.8	33.4	62.8
2032	3.7	33.2	63.2
2033	3.5	32.9	63.5
2034	3.4	32.7	63.9
2035	3.3	32.5	64.2
2036	3.2	32.2	64.6
2037	3.1	32.0	64.9
2038	3.0	31.8	65.2
2039	2.9	31.6	65.5
2040	2.8	31.4	65.8
2041	2.7	31.1	66.2
2042	2.6	30.9	66.5
2043	2.5	30.7	66.8
2044	2.4	30.5	67.1
2045	2.4	30.3	67.3
2046	2.3	30.1	67.6
2047	2.2	29.9	67.9
2048	2.1	29.7	68.2
2049	2.1	29.5	68.5
2050	2.0	29.3	68.7

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE)

A diferencia de los otros dos sectores estudiados, los Servicios presentan una participación en el PIB per cápita creciente, llegando a 68.7% en el año 2050. Lo que indica ésta tendencia es que en el futuro el PIB de Colombia dependerá cada vez más del comportamiento de éste sector económico.

Tabla 2.22: Tasas de crecimiento promedio

	Tasa de Crecimiento Promedio PIB(%)	Tasa de Crecimiento Promedio Agricultura(%)	Tasa de Crecimiento Promedio Industria(%)	Tasa de Crecimiento Promedio Servicios(%)
2013-2050	4.5	1.1	3.8	5.0

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Según las aproximaciones halladas de la participación de los sectores económicos en el PIB, la tabla anterior muestra la estimación de las tasas de crecimiento respectivas de cada sector, para obtener la recomposición probable de la estructura de la economía Colombiana a 2050. Se podrá estimar como varía el uso del agua en el futuro y en qué tipo de actividad económica se concentrará, con el fin de generar estrategias que permitan una gobernanza del agua que beneficie la mayoría de las entidades, sectores y en general usuarios del recurso, preservando ecosistemas vitales.

- III. Distribución municipal de la ubicación poblacional y de la producción industrial y de servicios, según ICA: Se usó el ICA como medida de participación de los municipios en el sector industrial y de servicios a nivel nacional. La participación de las cabeceras municipales es relevante con el objetivo de hallar la proyección de la actividad para cada una de las subzonas hidrográficas. La fórmula utilizada se presenta a continuación:

$$\%PIB_{ij} = \frac{ICA_i}{\sum_i^N ICA_i} * PIB_{Nacional} * \%S_j$$

Dónde:

$\%PIB_{ij}$ = Producto Interno Bruto para la cabecera municipal *i* para el sector *j*.

ICA_i = Valor total de recaudo del Impuesto de Industria y Comercio para la cabecera municipal *i*.

$PIB_{Nacional}$ = Valor total del producto interno bruto nacional colombiano.

$\%S_j$ = Participación del sector *j* en la economía (Sector industrial y de servicios).

Para la asignación de valores a subzonas hidrográficas, la información de población urbana, industria y comercio fue asignada a las subzonas mediante la ubicación geográfica de las cabeceras municipales. Paralelamente la información de áreas de cultivo y sector agropecuario fue asignada a las subzonas mediante el uso de un indicador de participación del área del municipio en cada subzona hidrográfica.

2.4.1.1.2 Cambio del balance demanda/oferta (IUA) y la vulnerabilidad al des-abastecimiento (IVH), considerando diferentes supuestos de caudal ambiental.

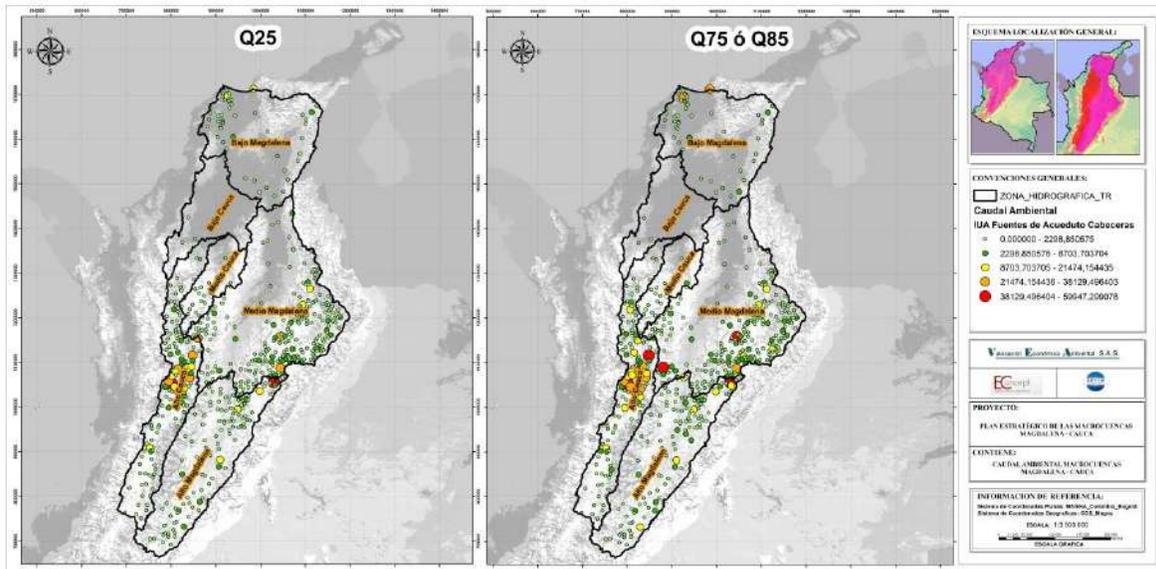
La definición de caudal ambiental es un factor que afecta directamente el IUA, el cual es un índice de escasez del agua importante que cambia la percepción frente a la Macrocuenca y define la presión existente sobre el recurso hídrico.

El enfoque del ENA 2010 afirma que el caudal ambiental puede ser definido según dos grupos de cuencas: El primero es el de las que tienen autorregulación alta y poca variabilidad de caudales diarios, en el que se considera representativo el valor característico Q85 de la curva de duración; este valor se aplica a estaciones con un IRH igual o superior a 0.70. El segundo grupo corresponde a estaciones con valores del IRH inferiores a 0.70, para las cuales se asigna el valor característico Q75

(IDEAM, 2010). A continuación se muestra el impacto que genera la definición del caudal ambiental sobre los indicadores hidrológicos bajo ésta propuesta:

El segundo enfoque determina que el caudal ambiental es igual al 25% del caudal medio del mes más seco, según el Ministerio de Ambiente³. Los resultados del impacto sobre los indicadores hidrológicos se muestran en la siguiente ilustración:

Ilustración 2.26: Impacto del caudal ambiental sobre los indicadores hidrológicos-Macrocuenca

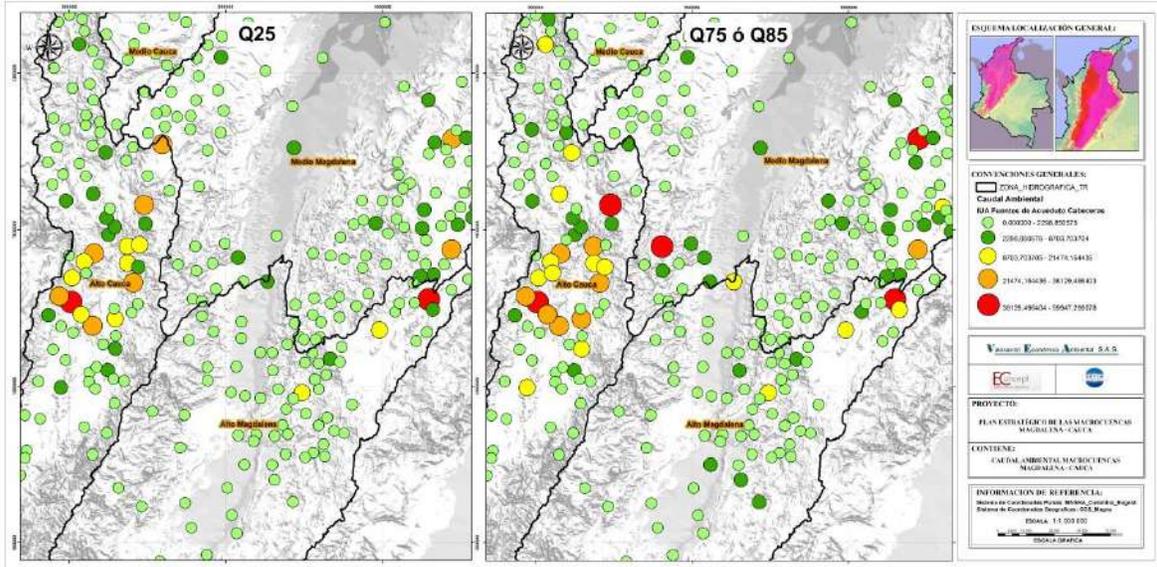


Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Así mismo, en la Ilustración 2.27 se presenta con más detalle el cambio que genera sobre el IUA la modificación del caudal ambiental.

Ilustración 2.27: Impacto del caudal ambiental sobre los indicadores hidrológicos

³ Metodología para la estimación del caudal ambiental (MAVDT, 2007)



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Para la primera opción se tiene en cuenta un caudal ambiental estimado mayor lo cual genera un IUA grande, lo que causa percepción de escasez en los usuarios del recurso, debido a que hay menos recurso hídrico disponible para poder hacer usos como el de la agricultura. Por otra parte, la segunda opción estima un caudal ambiental menor, proporcionando un IUA disminuido, causando un mayor impacto a los ecosistemas. En conclusión es preciso debatir que caudal ambiental es el adecuado, para no tener consecuencias futuras en cualquiera de estos dos ámbitos.

2.4.1.1.3 Tendencias de vulnerabilidad hídrica considerando el impacto de la calidad sobre la oferta.

En la siguiente tabla se muestra como la inversión en potabilización afecta la vulnerabilidad hídrica de la Macrocuena:

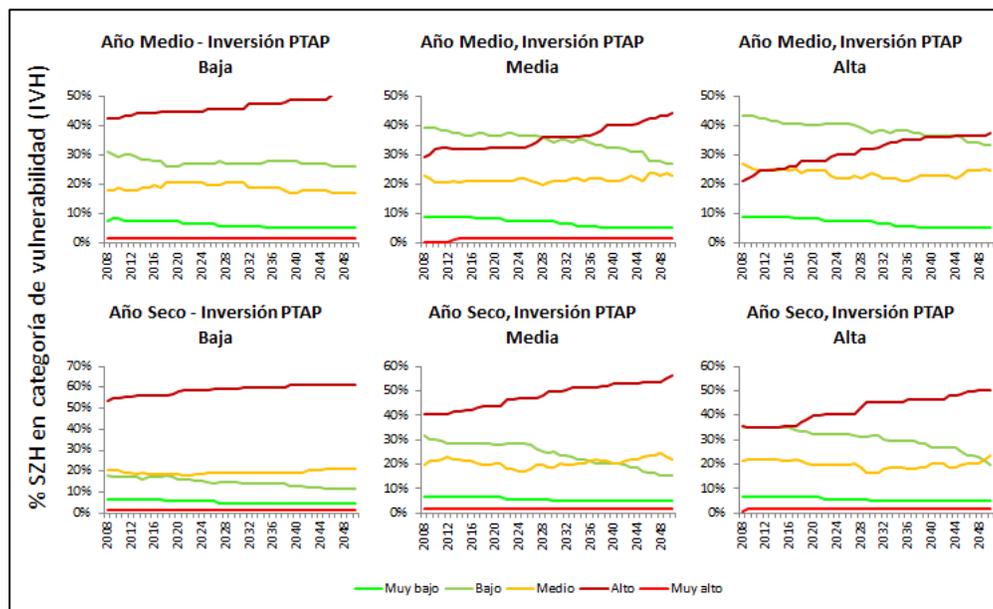
Tabla 2.23: Factores de disminución de la oferta según calidad e inversión en PTAP

ICA (%)	Calidad	Inversión en Potabilización		
		Alta	Media	Baja
90-100	Excelente	1	1	1
70-90	Buena	1	1	0.8
50-70	Regular	1	0.5	0
25-50	Mala	1	0.3	0
0-25	Muy mala	0.97	0	0

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Al haber una inversión alta en potabilización es posible hacer uso de agua que tenga incluso un índice de calidad muy bajo. Por el contrario con baja inversión en potabilización solo podremos hacer uso de agua que tenga calidad buena o excelente. Esto se ve reflejado a continuación:

Ilustración 2.28: Vulnerabilidad hídrica por oferta y calidad



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

A medida que la inversión monetaria en potabilización aumenta, en promedio el nivel bajo del IVH es mayor. Esta relación se debe a que si invierto más, la capacidad de mantener una oferta de abastecimiento de agua será mayor. Este análisis demuestra que la calidad del agua limita relevantemente la oferta de este recurso, por lo tanto se debe tener muy en cuenta que tanto se está dispuesto a pagar para tener acceso al mismo.

2.4.1.2 Aguas subterráneas

Para la evaluación y el diagnóstico relacionado con el agua subterránea en la Macrocuena, se analizó la oferta y la demanda actual del sector doméstico, agropecuario e industrial para cada subzona y el balance entre éstos.

2.4.1.2.1 Capacidad Específica Promedio

Con relación a la oferta de aguas subterráneas, se estima la capacidad específica por subzona, la cual consiste en la relación que existe entre "el caudal que se obtiene de un pozo y el abatimiento producido y se expresa en unidades de caudal por longitud, [L3/T/L]" (Donado).

$$\text{Capacidad Específica (CE)} = \frac{\text{Caudal}}{\text{Abatimiento}}$$

Dónde,

Caudal: Volumen de agua extraída para un tiempo t (L/s)

Abatimiento: Diferencia entre el nivel dinámico y el nivel estático (m)

Nivel estático: Nivel del agua subterránea en reposo.

Nivel Dinámico: Nivel del agua subterránea durante el bombeo.

Para determinar la CE por subzona, se realiza el siguiente procedimiento.

1. Determinar la CE según la categoría de la unidad hidrogeológica.

Para realizar la clasificación de CE, se hace uso de las categorías establecidas en el Atlas de Aguas Subterráneas desarrollado por INGEOMINAS. Las categorías se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2.24. Categoría de Unidades Hidrogeológicas.

Categoría
Acuíferos con muy baja productividad, capacidad específica promedio menor de 0,05 l/s/m
Acuíferos de baja productividad, capacidad específica entre 0,05 y 1 l/s/m
Acuíferos de mediana productividad, capacidad específica entre 1 y 2 l/s/m
Acuíferos de alta productividad, capacidad específica entre 2 y 5 l/s/m
Acuíferos de muy alta productividad, capacidad específica promedio mayor de 5 l/s/m

Fuente: (INGEOMINAS, 2002)

2. Realizar un promedio ponderado de la CE según el área de la unidad hidrogeológica en la subzona.

$$CE_{SZH} = \sum_{n=1}^n CE_i * \frac{\text{Área Unidad Hidrogeológica}_i}{\text{Área}_{SZH}}$$

Dónde,

CE_{SZH} = Capacidad específica de la subzona (l/s/m)

CE_i = Capacidad específica de la unidad hidrogeológica i (l/s/m)

Área Unidad Hidrogeológica i = Área según tipo de Acuífero (ha)

Área SZH = Área total de la subzona hidrográfica en la que se encuentra la Unidad Hidrogeológica. (Ha)

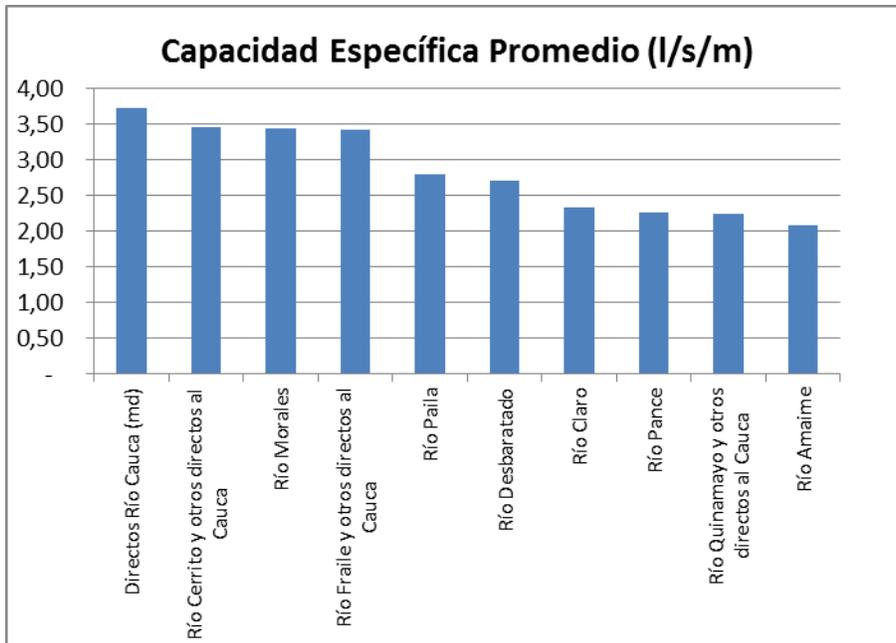
Finalmente, se obtiene un valor promedio de la capacidad específica para las subzonas hidrográficas de la Macrocuenca, a partir del cual es posible establecer las áreas que tienen mayor potencial para oferta de agua subterránea.

Con base en la información anterior, se presentan las cinco subzonas con mayor capacidad específica promedio de las zonas de la Macrocuenca.

Según la Ilustración 2.29, se observa que para la zona del Alto Cauca, la capacidad específica promedio más alta se encuentra alrededor de 3,5 l/s/m para la subzona de Directos Río Cauca (md). Adicionalmente, de las 35 subzonas del Alto Cauca, 17 subzonas tienen capacidad específica

promedio baja, 8 tienen capacidad específica promedio mediana y 10 capacidad específica promedio alta (Ilustración 2.29).

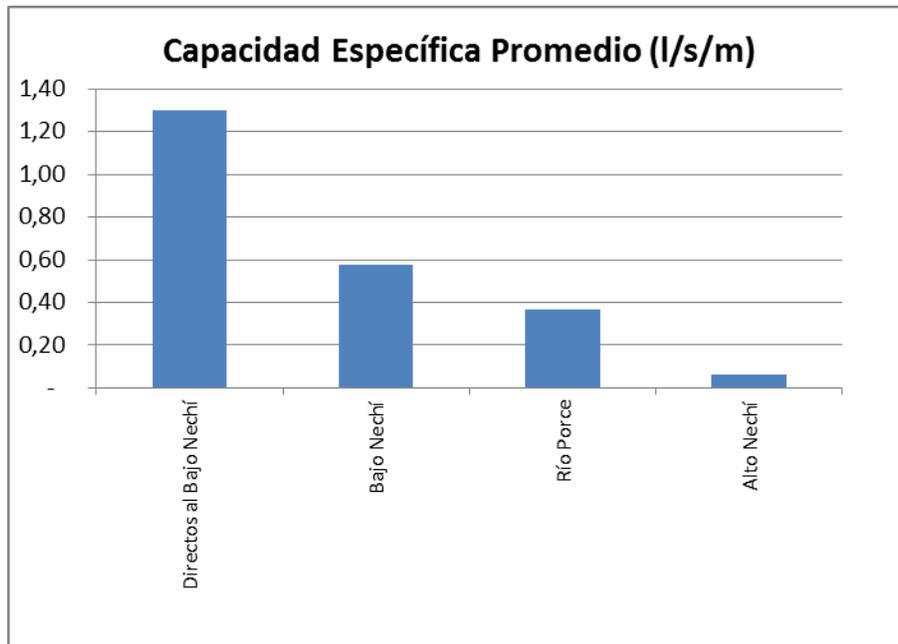
Ilustración 2.29. Subzonas con mayor capacidad específica promedio – Alto Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (INGEOMINAS, 2002)

Para la zona del Medio Cauca, la capacidad específica promedio más alta se encuentra alrededor de 1,2 l/s/m para la subzona de Directos al Bajo Nechí, la cual cuenta con capacidad específica promedio mediana, las demás subzonas tienen capacidad específica promedio baja. (Ilustración 2.30).

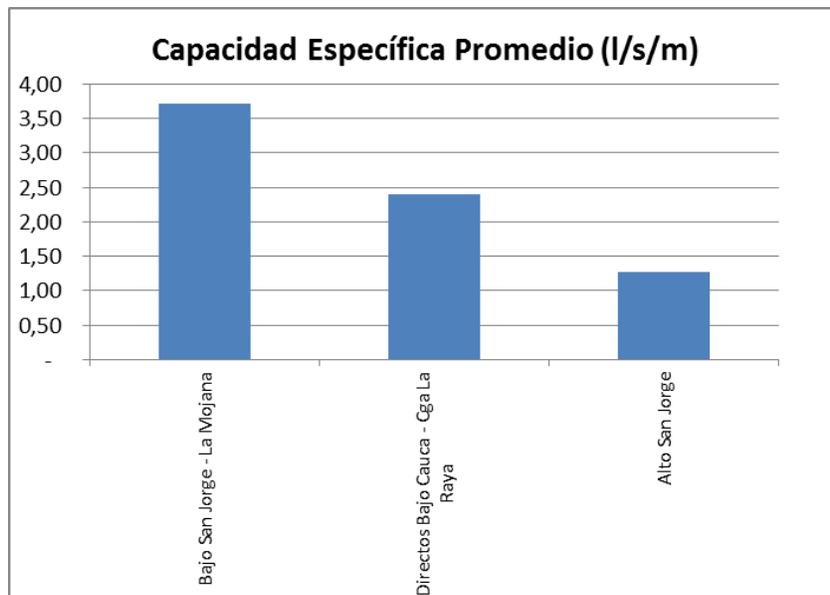
Ilustración 2.30. Subzonas con mayor capacidad específica promedio – Medio Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (INGEOMINAS, 2002)

En la zona del Bajo Cauca, la capacidad específica promedio más alta se encuentra alrededor de 3,5 l/s/m para la subzona de Bajo San Jorge - La Mojana. De otra parte, la subzona Directos Bajo Cauca - Ciénaga La Raya también tiene una capacidad específica promedio alta y la subzona Alto San Jorge cuenta con una capacidad específica promedio mediana.

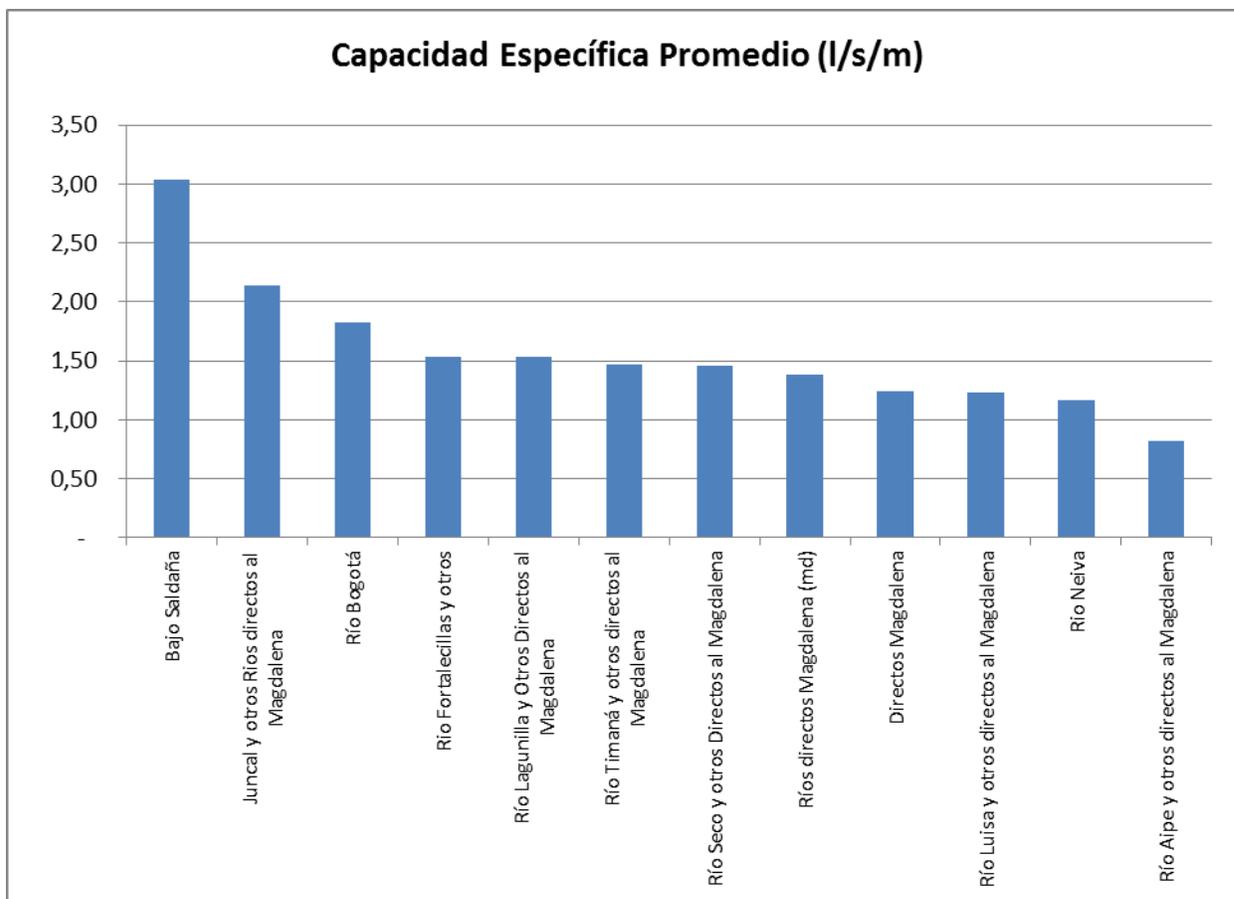
Ilustración 2.31. Subzonas con mayor capacidad específica promedio – Bajo Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (INGEOMINAS, 2002)

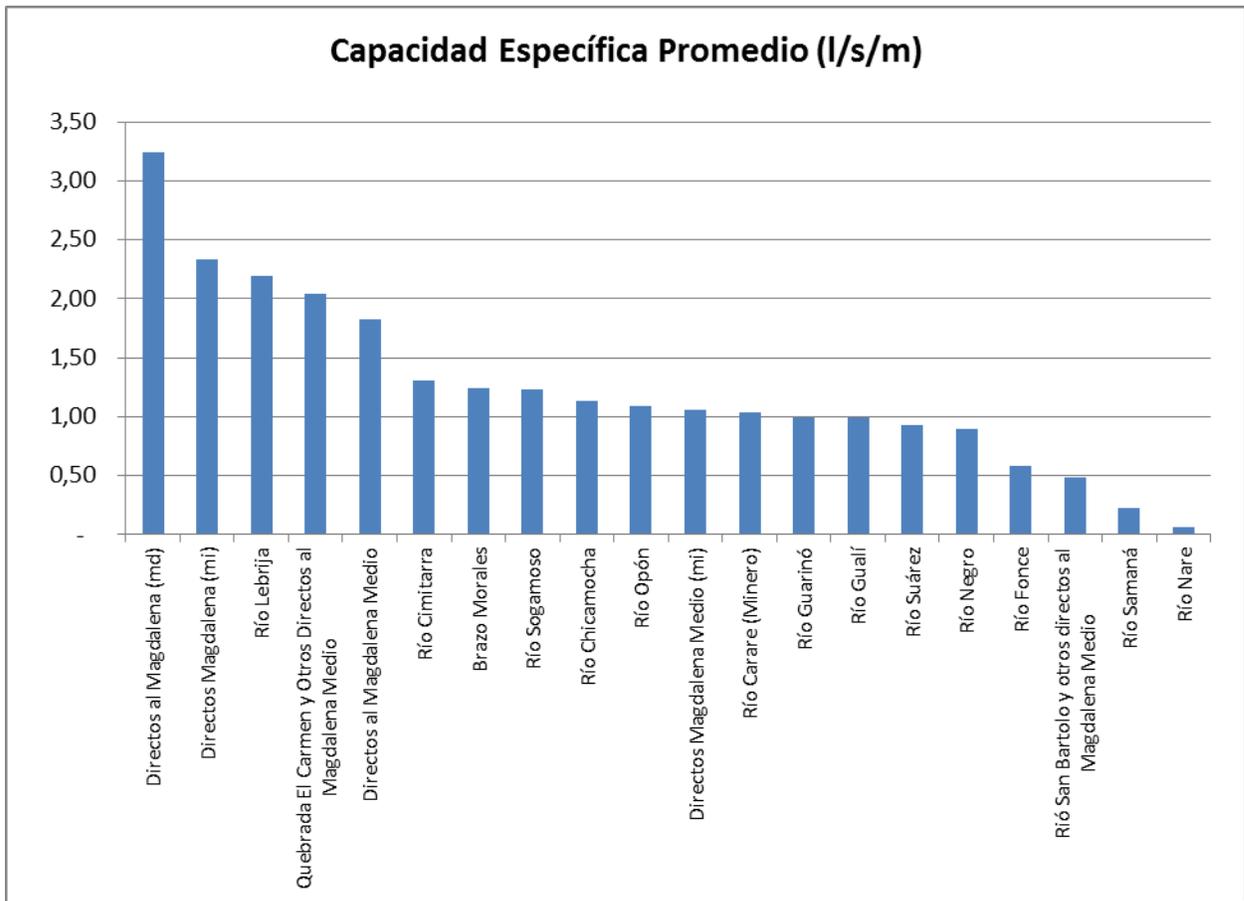
Para la zona del Alto Magdalena, 2 de las 30 subzonas tienen capacidad específica promedio alta, 9 tienen capacidad específica promedio mediana (Ilustración 2.29).

Ilustración 2.32. Subzonas con mayor capacidad específica promedio – Alto Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (INGEOMINAS, 2002)

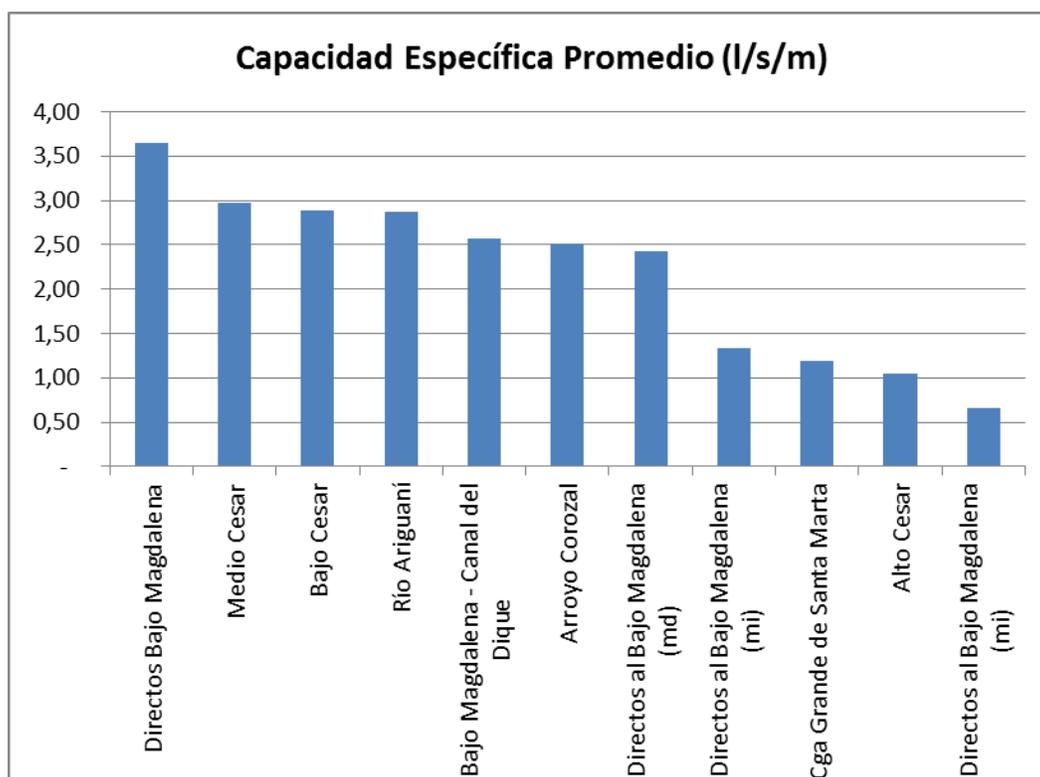
Ilustración 2.33. Subzonas con mayor capacidad específica promedio – Medio Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (INGEOMINAS, 2002)

Para las zonas de Medio y Bajo Magdalena, la capacidad específica promedio se encuentra entre 3 y 3,5 l/s/m.

Ilustración 2.34. Capacidad específica promedio – Bajo Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (INGEOMINAS, 2002)

En la siguiente tabla se presentan el número de subzonas hidrográficas de cada zona según su Capacidad Específica.

Tabla 2.25. Número de subzonas hidrográficas según Capacidad Específica.

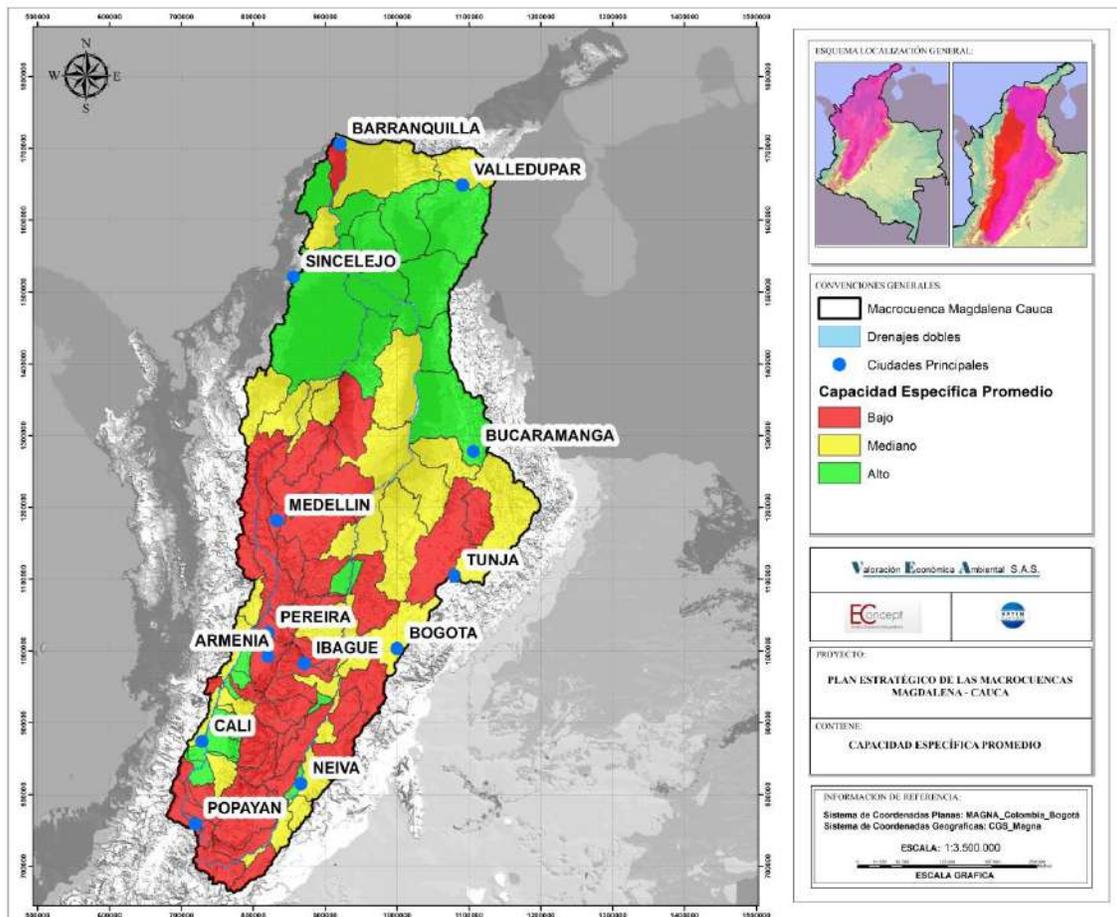
	Capacidad Específica (l/s/m)		
	Baja (0,05-1)	Mediana (1-2)	Alta (2-5)
Alto Magdalena	19	9	2
Medio Magdalena	8	8	4
Bajo Magdalena	1	3	7
Alto Cauca	17	8	10
Medio Cauca	3	1	
Bajo Cauca		1	2
Total	48	30	25

Fuente: Cálculos UT con información de (INGEOMINAS, 2002)

Con base en la tabla anterior, se observa que para la Macrocuenca Magdalena Cauca, el mayor número de subzonas hidrográficas cuenta con una capacidad específica promedio baja. Sin embargo, es importante resaltar que de las 25 subzonas que tienen una capacidad específica promedio Alta, 10 se encuentran en la zona de Alto Cauca.

La representación gráfica de la distribución de la capacidad específica para la Macrocuenca se presenta a continuación.

Ilustración 2.35. Capacidad específica promedio.



Fuente: Cálculos UT con información de (INGEOMINAS, 2002)

2.4.1.2.2 Demanda

La demanda de aguas subterráneas se realiza con base en la información del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010) y la información reportada por las Corporaciones Autónomas Regionales.

Tabla 2.26. Demanda por sectores de Aguas Subterráneas

Zona Hidrográfica	Doméstico (m3/año)		Industrial (m3/año)		Agrícola (m3/año)		Pecuario (m3/año)		Servicios (m3/año)		Otros (m3/año)		Total por Zona	
Alto Magdalena	54.512.670	49,08%	8.657.625	14,69%	142.072.051	21,18%	15.897.793	52,28%	1.863.592	26,73%	12.198.887	54,28%	235.202.618	25,40%
Medio Magdalena	31.021.809	27,93%	2.405.592	4,08%	82.149.665	12,24%	12.881.961	42,36%	1.153.191	16,54%	9.046.345	40,25%	138.658.564	14,97%
Bajo Magdalena	6.369.394	5,73%	6.913.730	11,73%	60.344.312	8,99%	658.158	2,16%	975.902	14,00%	1.127.600	5,02%	81.000.744	8,75%
Alto Cauca	17.838.666	16,06%	40.452.195	68,62%	386.120.311	57,55%	416.375	1,37%	2.717.210	38,97%	31.225	0,14%	447.575.981	48,33%
Medio Cauca	657.377	0,59%	80.405	0,14%	79.298	0,01%	139.839	0,46%	1.228	0,02%	84	0,00%	958.230	0,10%
Bajo Cauca	674.105	0,61%	442.994	0,75%	124.891	0,02%	414.616	1,36%	262.015	3,76%	70.949	0,32%	22.698.525	2,45%
Total por sector	111.074.021	12%	58.952.541	6%	670.890.528	72%	30.408.741	3%	6.973.138	1%	22.475.090	2%	926.094.662	100%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la información anterior, se observa que el sector que mayor demanda agua subterránea es el sector agrícola, el cual consume aproximadamente el 72% del total reportado, seguido por el sector doméstico con un consumo del 12%. Adicionalmente, la zona en la cual se concentra casi la mitad de la demanda de aguas subterráneas (48,33%) corresponde al Alto Cauca, seguido por la zona del Alto Magdalena con un 25,4%.

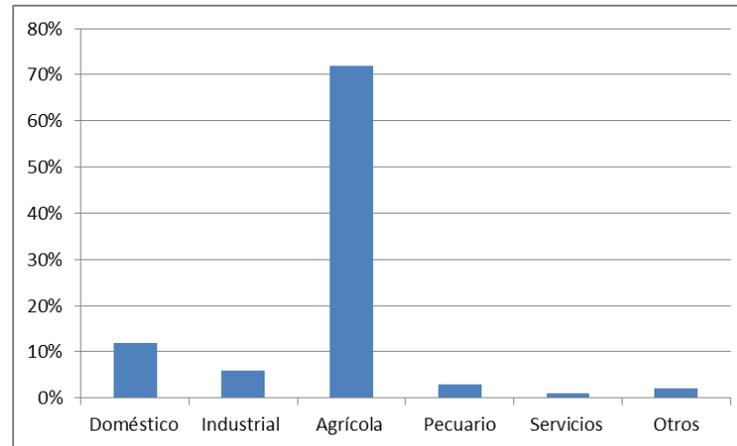
Tabla 2.27. Demanda por sectores de Aguas Subterráneas

Sector	Zona	
Doméstico	Alto Magdalena	49,08%
Industrial	Alto Cauca	68,62%
Agrícola	Alto Cauca	57,55%
Pecuario	Alto Magdalena	52,28%
Servicios	Alto Cauca	38,97%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

En la Ilustración 2.36 se observa por sector el porcentaje de demanda total de la Macrocuenca.

Ilustración 2.36. Demanda por sectores

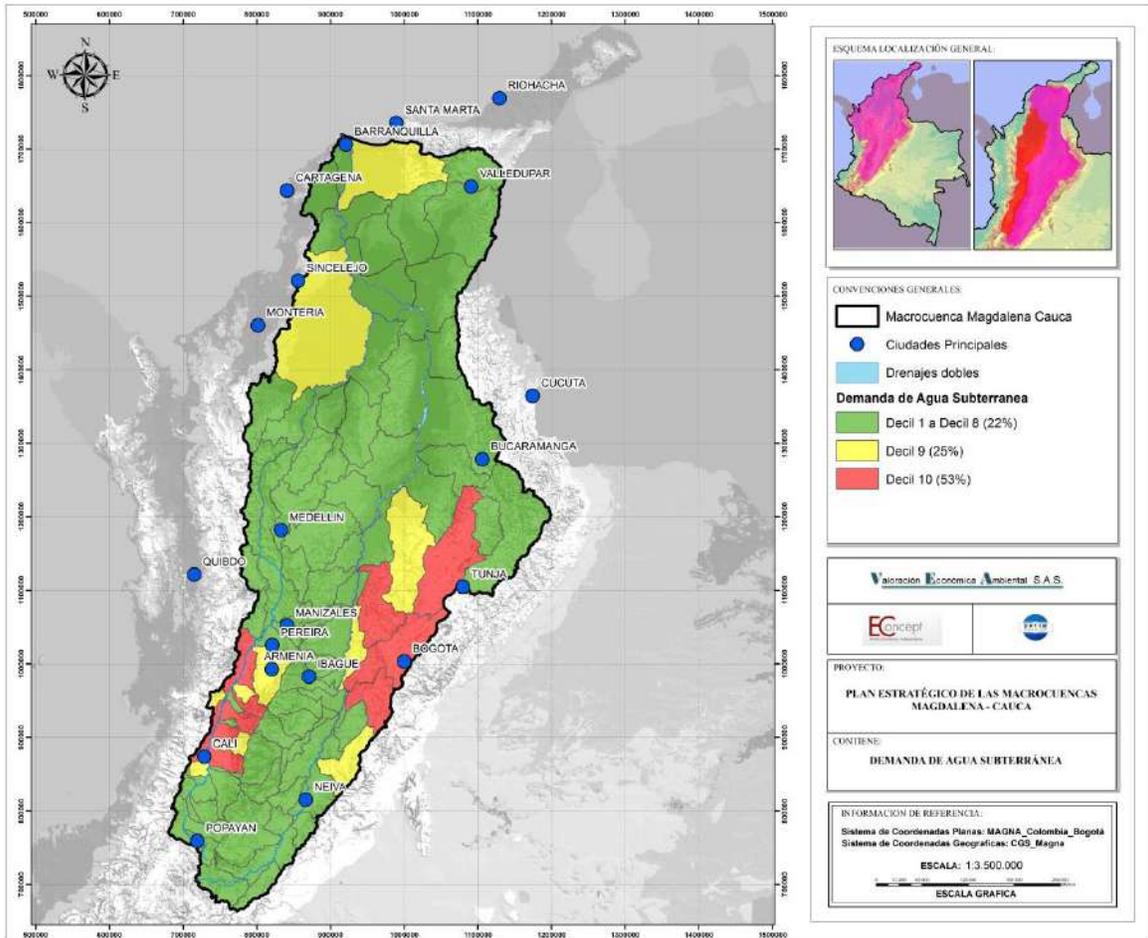


Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la información anterior, se observa que el sector que mayor demanda agua subterránea es el sector agrícola, el cual consume aproximadamente el 70% del total reportado, seguido por el sector doméstico con un consumo del 11%.

La representación gráfica de la distribución de la capacidad específica para la Macrocuenca se presenta a continuación.

Ilustración 2.37. Demanda de agua subterránea.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

2.4.2 Calidad del Recurso Hídrico e Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL

En este capítulo se presentan los valores asociados a la calidad del agua actual y a la esperada para los próximos años, con el fin de determinar la importancia de los aportes de cargas contaminantes realizados por diferentes sectores y así facilitar el proceso de toma de decisiones y control sobre el recurso hídrico. Así mismo, se presentan espacializadas las proyecciones entre el 2008 y el 2050 de los diferentes parámetros evaluados. Finalmente, se determinará el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua para los años mencionados, éste índice se explicará con mayor detalle más adelante.

La calidad del agua depende de la presión que ejercen los sectores doméstico, industrial y agrícola sobre éste. Por lo tanto, para conocer la condición en la que se encuentra el recurso hídrico es importante evaluar las cargas contaminantes que aporta cada sector. Para esto se tienen en cuenta los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Nitrógeno Total (NT) y Fósforo Total (FT).

La DBO corresponde a la cantidad de oxígeno que los microorganismos consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas presentes en la fuente de agua, por lo anterior, a mayor cantidad de materia orgánica, más oxígeno se necesita para oxidarla. De igual manera, la DQO. La DQO corresponde al oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica por medios químicos. Por consiguiente, la DBO está incluida en éste valor y para el análisis se tiene en cuenta el parámetro DQO-DBO.

De otra parte, la medida de SST hace referencia al “material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual” (AGRONET, 2011). El fósforo total y el nitrógeno total son elementos que en presencia del oxígeno se oxidan fácilmente y se relacionan con procesos de eutroficación, además se convierten en elementos que afectan directamente la salud del ser humano y a otros microorganismos.

La condición actual de la calidad del agua de la Macrocuenca se determina a partir de los valores estimados en el ENA para los parámetros descritos anteriormente. Los cambios de calidad entre el año 2008, el cual corresponde al valor presentado por el Estudio Nacional del Agua, 2010 (IDEAM, 2010), y el año 2050 se realizan según el procedimiento descrito a continuación.

1. Determinar las tasas de crecimiento de los sectores doméstico, industrial y agrícola.

Para establecer las tasas de crecimiento, se tienen en cuenta la metodología presentada en el capítulo 5 para el diagnóstico de los sectores mencionados, a partir de la cual se establece el crecimiento industrial y agrícola por medio de la relación entre la participación de estos

sectores en el PIB y otros parámetros como el ICA. Así mismo, el sector doméstico crece según las proyecciones y tasas de crecimiento definidas en la sección de población.

2. Establecer el aporte que realiza cada sector al valor total de la carga.

A partir del análisis y los datos presentados en el Estudio Nacional del Agua, 2010 (IDEAM, 2010), se determina la participación de cada sector en el aporte a las cargas contaminantes de DBO, DQO-DBO, SST, NT y FT.

Con base en las definiciones de éstos parámetros y los resultados obtenidos en el Capítulo 6 del ENA, se observa que el sector doméstico es el sector que genera mayor aporte a los parámetros de DBO, DQO y SST, lo anterior, es consecuente con el alto nivel de producción de materia orgánica de éste sector frente al sector industrial y al agrícola.

3. Determina el valor de la Carga para el año proyectado mediante la siguiente ecuación.

$$Carga_{i+1} = Carga_i * P_D * (1 + C_D) + Parámetro_i * P_I * (1 + C_I) + Parámetro_i * P_A * (1 + C_A)$$

Dónde:

$Carga_{i+1}$ = Parámetro proyectado para el año i+1 (ton/año)

$Carga_i$ = Parámetro en el año i (ton/año)

C_D = Crecimiento del sector doméstico (%)

C_I = Crecimiento del sector industrial (%)

C_A = Crecimiento del sector agrícola (%)

P_D = Aporte del sector doméstico al parámetro (%)

P_I = Aporte del sector Industrial al parámetro i (%)

P_A = Aporte del sector Agrícola al parámetro i (%)

Una vez calculadas las cargas contaminantes se calculan los descriptores de presión, los cuales relacionan el valor del aporte total de una carga específica con la oferta hídrica total para un año medio y para un año seco, con el fin de tener una medida clara sobre la afectación del recurso hídrico para una subzona particular.

La ecuación para determinar los descriptores de presión se presenta a continuación.

$$\text{Descriptor de presión}_j = \frac{\text{Carga}_i}{\text{Oferta Hídrica Total}_{SZH}}$$

Dónde:

Descriptor de presión_j = Indicativo de la probabilidad de afectación por cargas contaminantes (ton/año/MMC)

Carga_i = Parámetro en el año i (ton/año)

Oferta Hídrica Total_{SZH} = Oferta de agua total de la subzona (MMC)

Así mismo, para poder realizar una comparación entre los valores actuales de los diferentes descriptores de presión y los valores proyectados, se utilizan las siguientes categorías.

Tabla 2.28. Categoría de los descriptores de presión.

(NT)		(FT)		(DBO)		(SST)		(DQO - DBO)	
(T año/ MMC)	Categoría	(T año/ MMC)	Categoría	(T año/ MMC)	Categoría	(T año/ MMC)	Categoría	(T año/ MMC)	Categoría
Menor de 0.02	Baja	Menor de 0.004	Baja	Menor de 0.13	Baja	Menor a 0.3	Baja	Menor a 0.13	Baja
0.03 a 0.05	Moderada	0.005 a 0.013	Moderada	0.14 a 0.39	Moderada	0.4 a 0.7	Moderada	0.14 a 0.35	Moderada
0.06 a 0.13	Media Alta	0.014 a 0.035	Media Alta	0.40 a 1.20	Media Alta	0.8 a 1.8	Media Alta	0.36 a 1.16	Media Alta
0.14 a 0.55	Alta	0.036 a 0.134	Alta	1.21 a 4.85	Alta	1.9 a 7.6	Alta	1.17 a 6.77	Alta
Mayor de 0.56	Muy Alta	Mayor de 0.135	Muy Alta	Mayor de 4.86	Muy Alta	Mayor a 7.7	Muy Alta	Mayor a 6.78	Muy Alta

Fuente: (IDEAM, 2010)

Finalmente, para calcular el Índice de Alteración Potencial del Agua (IACAL), el cual corresponde a la “posibilidad de generar un grado de alteración debido a una presión ambiental en función de diversos factores: la fragilidad del medio receptor, la concentración de la presión ambiental en un área y la capacidad de recuperación del medio receptor” Estudio Nacional del Agua, 2010 (IDEAM, 2010).

El cálculo del IACAL y las categorías de análisis del mismo, se presentan a continuación.

$$IACAL = \frac{\sum_{n=1}^n \text{Descriptor de presión}_j}{n}$$

Dónde:

IACAL= Índice de Alteración Potencial del Agua

Descriptor de presión_j = Indicativo de la probabilidad de afectación por cargas contaminantes. (ton/año/MMC)

Tabla 2.29. Categoría de IACAL

IACAL	Categoría
1	Baja
2	Moderada
3	Media Alta
4	Alta
5	Muy Alta

Fuente: (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la información presentada anteriormente, se realizan las proyecciones para los descriptores de presión relacionados con DBO, DQO-DBO, SST, FT, NT y el IACAL para las zonas de la Macrocuenca.

Adicionalmente, se incluyen los temas de patógenos potenciales por subzona, Vertimientos potenciales de mercurio por subzona y la Contaminación potencial de agua por producción de hidrocarburos por subzona.

2.4.2.1 Alto Magdalena

Para el análisis de la calidad del recurso hídrico en la zona del Alto Magdalena, se presentan los valores de los descriptores de presión. En la siguiente tabla se observan las principales subzonas con el mayor valor de presión ambiental para DBO.

Tabla 2.30. Descriptores de presión DBO por subzona hidrográfica de Alto Magdalena.

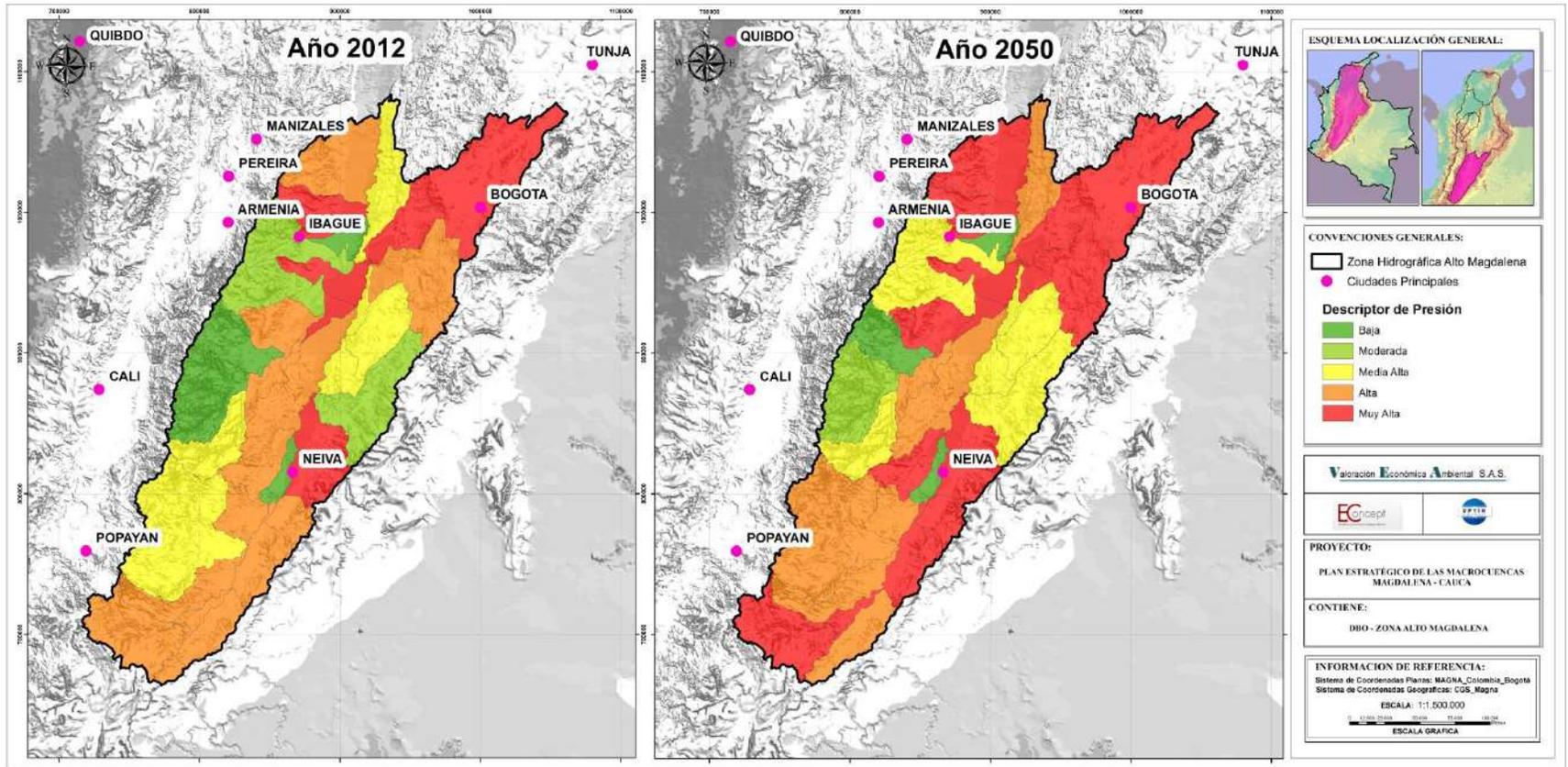
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	DBO 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2120	Río Bogotá	251	Muy Alta	319	Muy Alta	426	Muy Alta	556	Muy Alta	715	Muy Alta
2124	Río Totaré	25	Muy Alta	31	Muy Alta	40	Muy Alta	52	Muy Alta	67	Muy Alta
2111	Río Fortalecillas y otros	18	Muy Alta	22	Muy Alta	29	Muy Alta	38	Muy Alta	48	Muy Alta
2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	10	Muy Alta	12	Muy Alta	15	Muy Alta	20	Muy Alta	25	Muy Alta
2106	Ríos directos Magdalena (md)	5	Alta	6	Muy Alta	9	Muy Alta	12	Muy Alta	15	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la tabla anterior se evidencia que la subzona correspondiente al Río Bogotá cuenta con la mayor presión ambiental respecto al parámetro de DBO (715 ton/año/MMC). Lo anterior es consecuente con el alto índice de concentración poblacional para esta subzona (84,1%) y la producción de materia orgánica asociada al número de habitantes.

Adicionalmente, se observa que la condición actual de presión que existe sobre la subzona en mención se encuentra dentro de la categoría más alta de presión, lo cual podría generar restricciones de uso. La representación gráfica de la presión ambiental por DBO de todas las subzonas hidrográficas del Alto Magdalena se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 2.38. Descriptores de presión de DBO por subzona hidrográfica de Alto Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Como se observa en la ilustración anterior, en la zona del Alto Magdalena se presenta un nivel de presión Muy Alto para 13 subzonas, ocasionado por los aportes asociados al sector doméstico y el industrial. Adicionalmente, las principales subzonas con mayor presión corresponden a las subzonas del Río Bogotá, Río Totaré y Río Fortalecillas y otros, donde se ubican capitales y ciudades principales y las cuales cuentan con un alto número de habitantes.

Con relación al descriptor asociado al DQO-DBO, la siguiente tabla presenta la información correspondiente.

Tabla 2.31. Descriptores de presión de DQO – DBO por subzona hidrográfica de Alto Magdalena

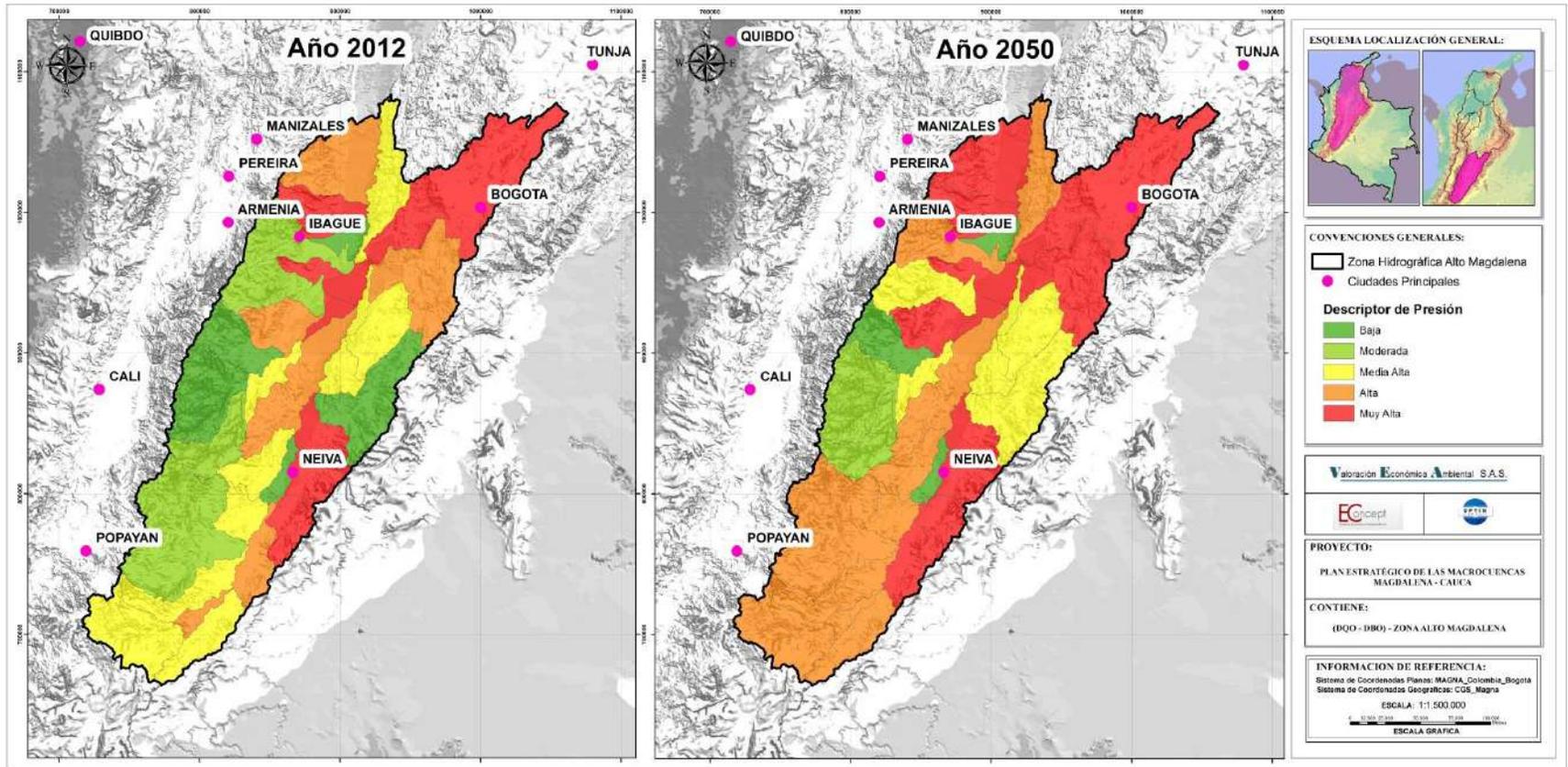
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	DQO – DBO 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO – DBO 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO – DBO 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO – DBO 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO – DBO 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2120	Río Bogotá	331	Muy Alta	454	Muy Alta	665	Muy Alta	956	Muy Alta	1.357	Muy Alta
2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	59	Muy Alta	77	Muy Alta	109	Muy Alta	151	Muy Alta	207	Muy Alta
2124	Río Totaré	30	Muy Alta	41	Muy Alta	60	Muy Alta	85	Muy Alta	121	Muy Alta
2111	Río Fortalecillas y otros	24	Muy Alta	32	Muy Alta	46	Muy Alta	66	Muy Alta	93	Muy Alta
2208	Bajo Saldaña	22	Muy Alta	30	Muy Alta	42	Muy Alta	58	Muy Alta	80	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuenecas con información de (IDEAM, 2010)

La subzona con mayor presión por este indicador corresponde al Río Bogotá (1357 ton/año/MMC), lo cual es coherente con el alto nivel de desarrollo industrial y la concentración de la mayor parte de la población de esta zona (8.920.264 habitantes en la zona urbana; 10.596 habitantes en la zona rural).

La siguiente ilustración muestra las categorías de presión para todas las subzonas del Alto Magdalena.

Ilustración 2.39 Descriptores de presión de DQO – DBO por subzona hidrográfica de Alto Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la ilustración anterior, se observa el alto nivel de presión ejercida por el descriptor DQO-DBO sobre las subzonas del Río Bogotá (1357 ton/año/MMC), el Río Totaré (207 ton/año/MMC), y el Río Luisa y otros directos al Magdalena (121 ton/año/MMC).

Para el análisis de SST, se presenta la siguiente información.

Tabla 2.32. Descriptores de presión de Sólidos Suspendidos Totales (SST) por subzona hidrográfica de Alto Magdalena

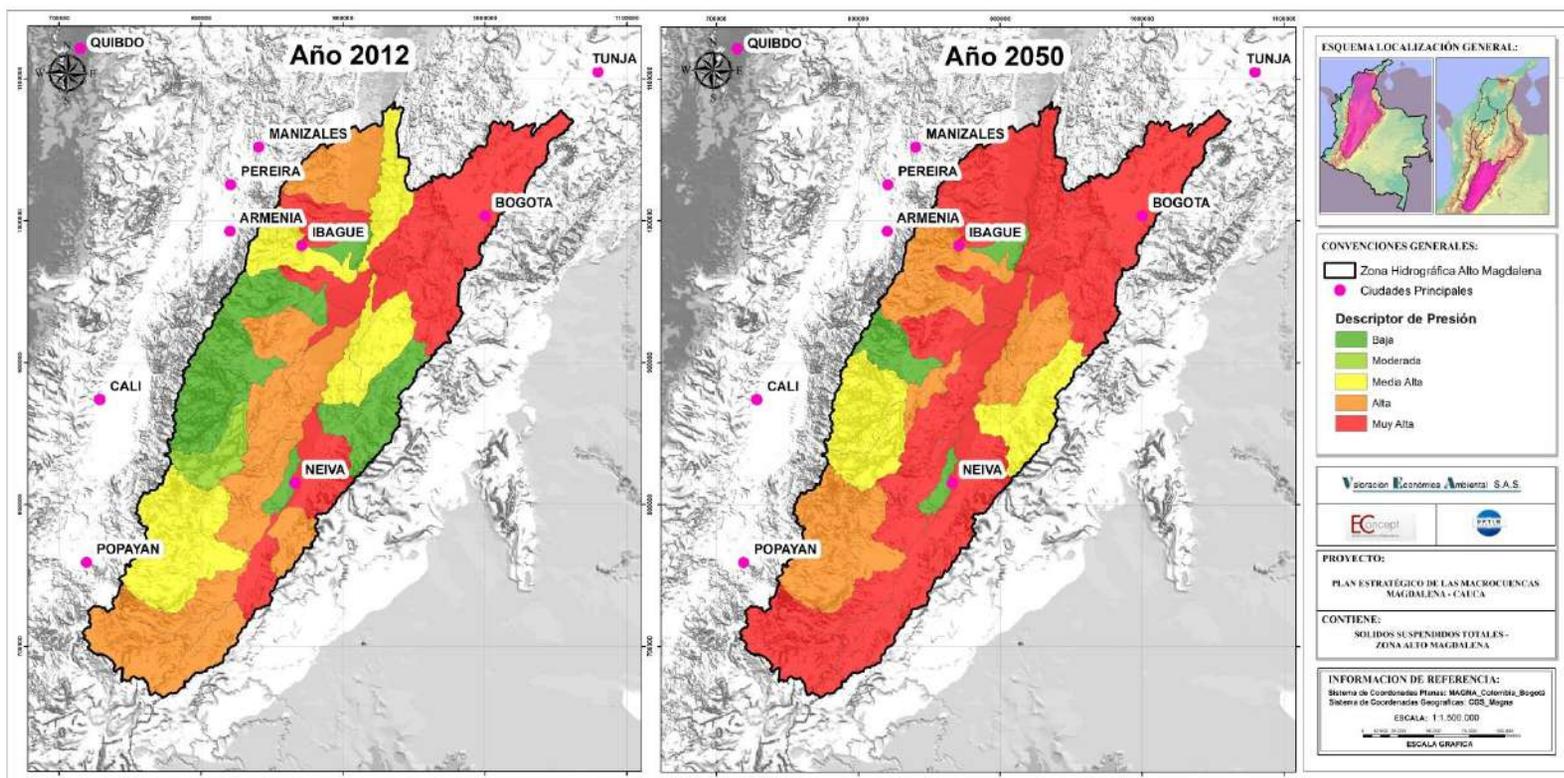
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	SST 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2120	Río Bogotá	433	Muy Alta	656	Muy Alta	1.032	Muy Alta	1.579	Muy Alta	2.374	Muy Alta
2124	Río Totáre	56	Muy Alta	82	Muy Alta	126	Muy Alta	191	Muy Alta	284	Muy Alta
2111	Río Fortalecillas y otros	40	Muy Alta	58	Muy Alta	89	Muy Alta	133	Muy Alta	197	Muy Alta
2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	18	Muy Alta	26	Muy Alta	39	Muy Alta	59	Muy Alta	87	Muy Alta
2119	Río Sumapaz	11	Muy Alta	17	Muy Alta	28	Muy Alta	42	Muy Alta	64	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

La tabla anterior presenta las 5 subzonas con mayor presión por SST. Se observa que la subzona del Río Bogotá (2374 ton/año/MMC), al igual que para el análisis de las presiones por DBO y DQO-DBO, es la más afectada. Adicionalmente, se evidencia la gran diferencia entre los valores de SST presentados para la subzona mencionada y las demás que se presentan en la tabla, tales como el Río Totáre (284 ton/año/MMC) y el Río Fortalecillas y otros (197 ton/año/MMC).

A continuación se muestra la información de las categorías de todas las subzonas para el descriptor de presión de SST.

Ilustración 2.40. Descriptores de presión de Sólidos Suspendedos Totales (SST) por subzona hidrográfica de Alto Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Con relación al Nitrógeno Total y al Fósforo Total, las proyecciones se presentan a continuación.

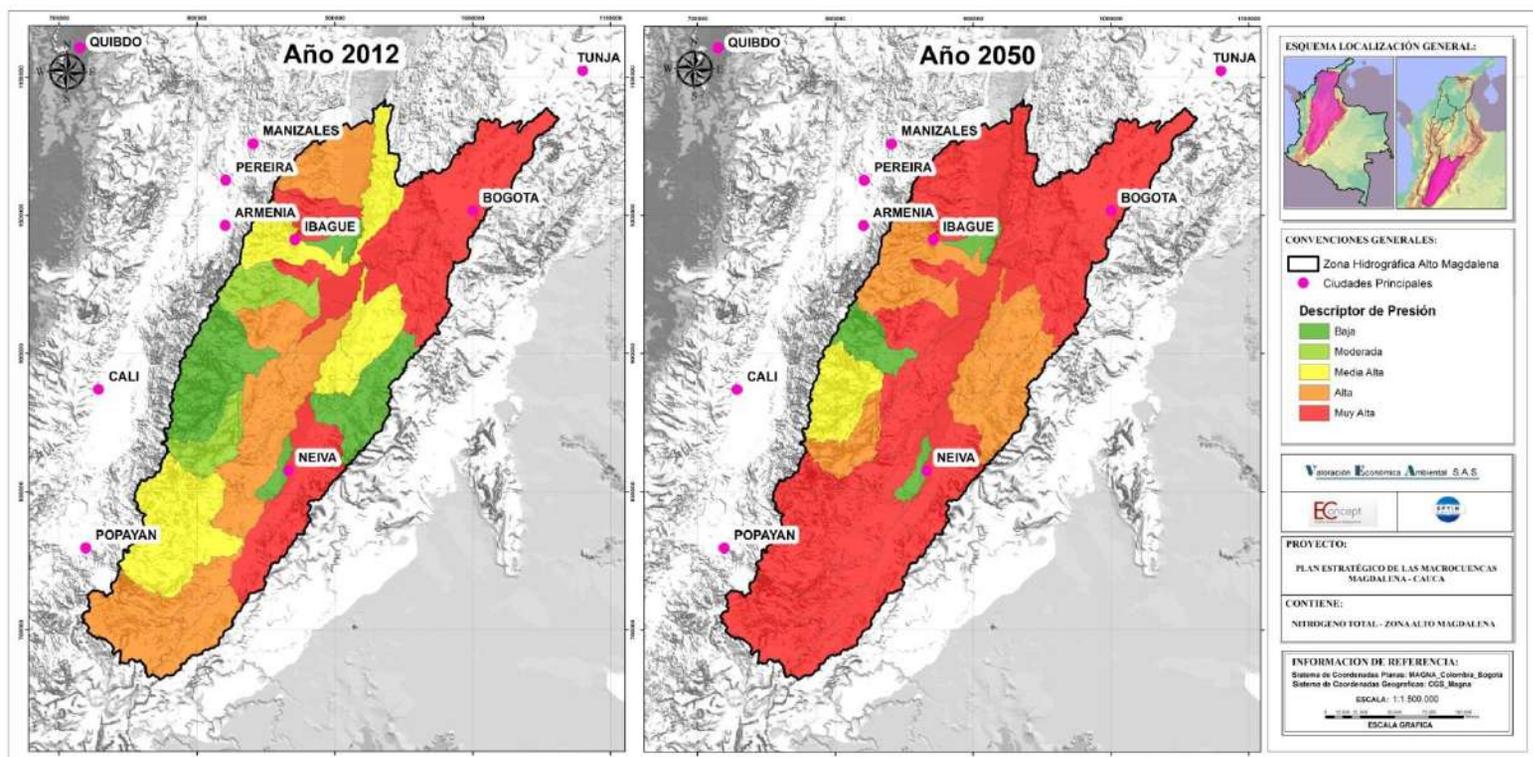
Tabla 2.33. Descriptores de presión de Nitrógeno Total (NT) por subzona hidrográfica de Alto Magdalena

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	NT 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2120	Río Bogotá	66	Muy Alta	110	Muy Alta	182	Muy Alta	287	Muy Alta	438	Muy Alta
2124	Río Totaré	6	Muy Alta	10	Muy Alta	16	Muy Alta	25	Muy Alta	38	Muy Alta

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	NT 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2111	Río Fortalecillas y otros	4	Muy Alta	7	Muy Alta	11	Muy Alta	17	Muy Alta	26	Muy Alta
2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	2	Muy Alta	3	Muy Alta	5	Muy Alta	8	Muy Alta	12	Muy Alta
2208	Bajo Saldaña	1	Muy Alta	2	Muy Alta	3	Muy Alta	5	Muy Alta	8	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Ilustración 2.41. Descriptores de presión de Nitrógeno Total (NT) por subzona hidrográfica de Alto Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

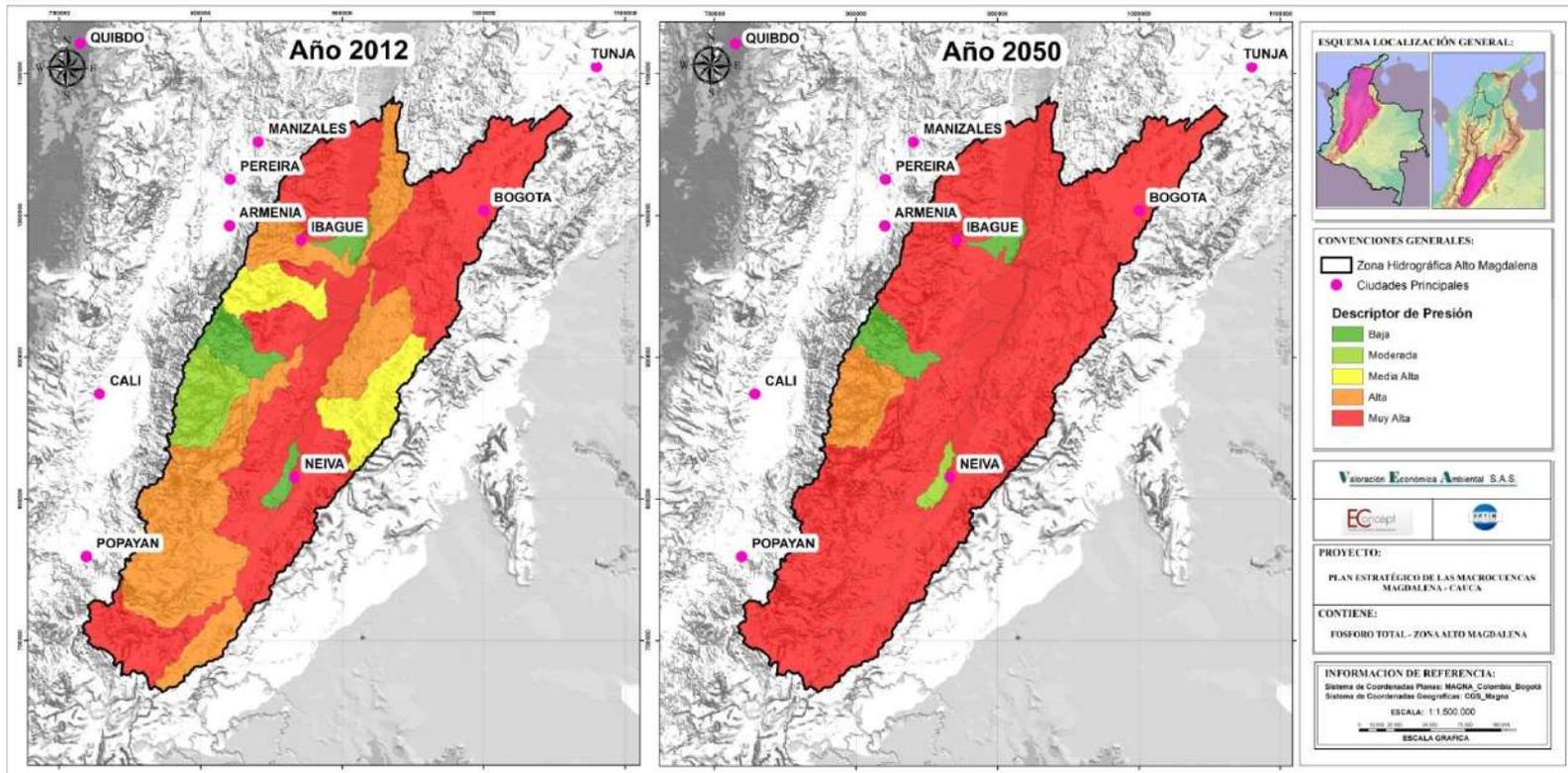
Los valores asociados al Fósforo Total y la presión ejercida por éste elemento se presentan a continuación.

Tabla 2.34. Descriptores de presión de Fósforo Total (FT) por subzona hidrográfica de Alto Magdalena

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	FT 2012 (ton/año/ MMC)	Categoría	FT 2020 (ton/año/ MMC)	Categoría	FT 2030 (ton/año/ MMC)	Categoría	FT 2040 (ton/año/ MMC)	Categoría	FT 2050 (ton/año/ MMC)	Categoría
2120	Río Bogotá	29	Muy Alta	60	Muy Alta	115	Muy Alta	203	Muy Alta	339	Muy Alta
2124	Río Totaré	3	Muy Alta	6	Muy Alta	11	Muy Alta	18	Muy Alta	31	Muy Alta
2111	Río Fortalecillas y otros	2	Muy Alta	4	Muy Alta	7	Muy Alta	13	Muy Alta	22	Muy Alta
2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	1	Muy Alta	2	Muy Alta	4	Muy Alta	6	Muy Alta	11	Muy Alta
2208	Bajo Saldaña	1	Muy Alta	1	Muy Alta	2	Muy Alta	4	Muy Alta	6	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Ilustración 2.42. Descriptores de presión de Fósforo Total (FT) por subzona hidrográfica de Alto Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Con base en la información anteriormente presentada, se observa que el Alto Magdalena tiene una gran presión por Nitrógeno y Fósforo, lo cual se encuentra relacionado con el desarrollo económico de ésta región y la relevancia de los diferentes sectores analizados. Adicionalmente, como ya se mencionó, el alto número de habitantes que se localiza en la zona, influye en las cargas presentadas de estos descriptores de presión por las características fisicoquímicas de los vertimientos domésticos.

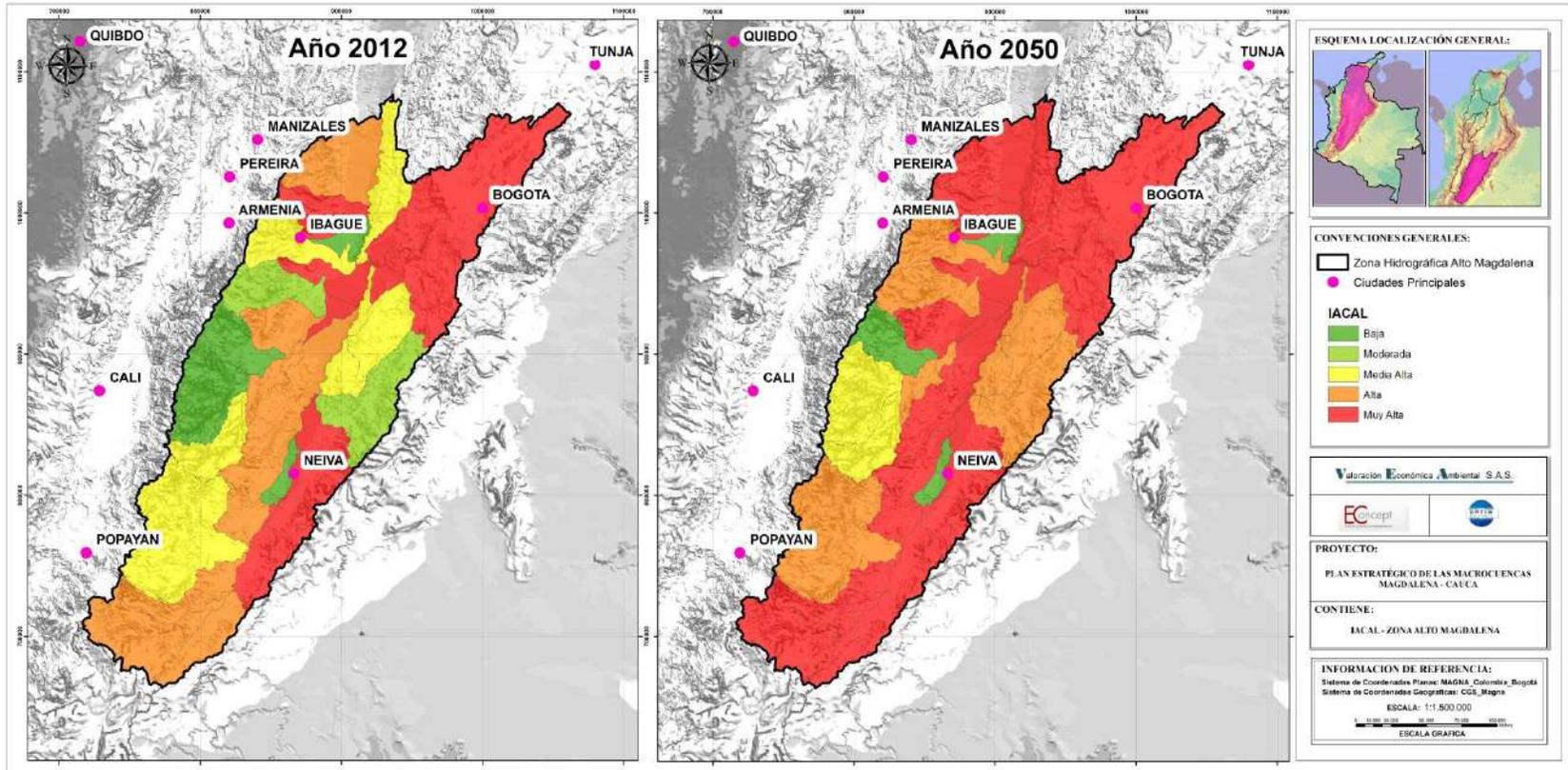
Teniendo en cuenta los valores de los descriptores de presión, se determinan las proyecciones del IACAL.

Tabla 2.35. Principales Subzonas con mayor presión IACAL Año Seco- Alto Magdalena.

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	IACAL AÑO SECO 2012	Categoría	IACAL AÑO SECO 2020	Categoría	IACAL AÑO SECO 2030	Categoría	IACAL AÑO SECO 2040	Categoría	IACAL AÑO SECO 2050	Categoría
2106	Ríos directos Magdalena (md)	5	Muy Alta								
2110	Río Neiva	5	Muy Alta								
2111	Río Fortalecillas y otros	5	Muy Alta								
2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	5	Muy Alta								
2119	Río Sumapaz	5	Muy Alta								
2120	Río Bogotá	5	Muy Alta								
2124	Río Totaré	5	Muy Alta								
2208	Bajo Saldaña	5	Muy Alta								
2101	Alto Magdalena	4	Alta	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2102	Río Timaná y otros directos al Magdalena	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2103	Río Suaza	4	Alta	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2104	Ríos Directos al Magdalena (mi)	4	Alta	4	Alta	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta
2108	Río Yaguará	4	Alta	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2112	Río Baché	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Ilustración 2.43. Subzonas Hidrográficas según Categoría de IACAL Año Seco proyectado –Alto Magdalena.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la información presentada, se observa que las proyecciones para el año 2050 de la zona del Alto Magdalena en un año seco indican que 18 subzonas presentarán condiciones de presión Muy Alta. Sin embargo, es necesario resaltar que actualmente existen 8 subzonas para las cuales la situación de presión ya se encuentra dentro de la categoría Muy Alto, lo cual evidencia la necesidad de establecer medidas o mecanismos preventivos para las demás subzonas y posibles tratamientos o controles para las subzonas críticas.

2.4.2.2 Medio Magdalena

El análisis de la calidad del recurso hídrico en la zona, se presentan los valores de los descriptores de presión. En la siguiente tabla se observan las 5 subzonas con el mayor valor de presión ambiental para DBO.

Tabla 2.36. Descriptores de presión de DBO por subzona hidrográfica de Medio Magdalena.

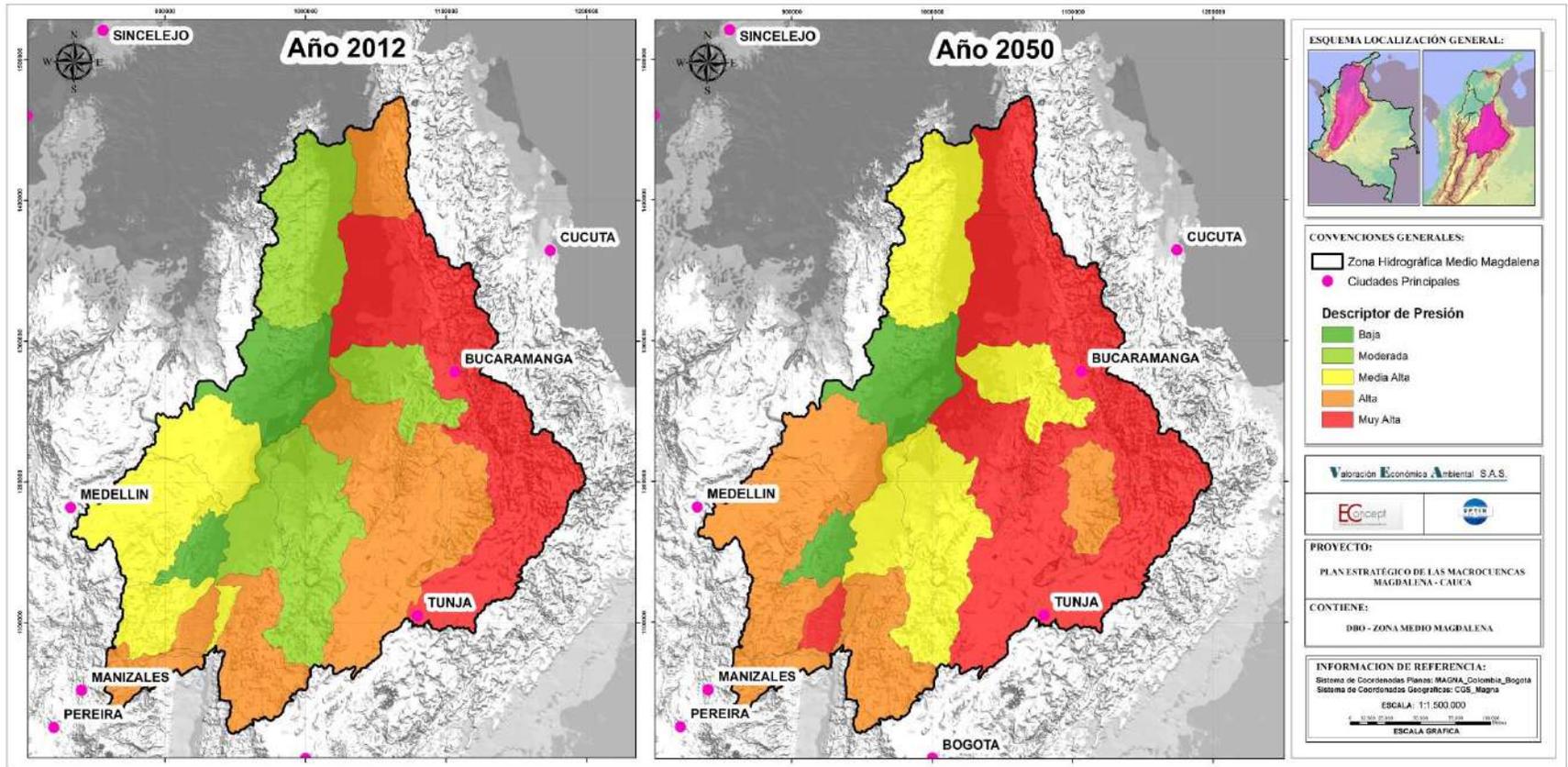
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	DBO 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2403	Río Chicamocha	7	Muy Alta	8	Muy Alta	11	Muy Alta	14	Muy Alta	18	Muy Alta
2319	Río Lebrija	6	Muy Alta	8	Muy Alta	10	Muy Alta	13	Muy Alta	17	Muy Alta
2304	Directos Magdalena (mi)	3	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	6	Muy Alta	8	Muy Alta
2401	Río Suárez	2	Alta	3	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	7	Muy Alta
2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	2	Alta	2	Alta	3	Alta	4	Alta	5	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la tabla anterior se evidencia que la subzona correspondiente al Río Chicamocha es la subzona que tiene la mayor presión ambiental respecto al parámetro de DBO (18 ton/año/MMC). Lo anterior es consecuente con la población que se encuentra en ésta subzona y la producción de materia orgánica asociada al número de habitantes.

Adicionalmente se observa que actualmente la presión que existe sobre la subzona en mención se encuentra dentro de la categoría más alta de presión, lo cual podría generar restricciones de uso. La representación gráfica de la presión ambiental por DBO de todas las subzonas hidrográficas del Medio Magdalena se presenta en la siguiente ilustración.

Ilustración 2.44. Descriptores de presión de DBO por subzona hidrográfica de Medio Magdalena.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la información anterior, la zona del Medio Magdalena presenta un alto nivel de presión principalmente en las subzonas de Río Chicamocha y Río Lebrija, que están asociadas a capitales y ciudades principales, es decir, con un alto número de habitantes.

Con relación al descriptor asociado al DQO-DBO, la siguiente tabla presenta la información correspondiente.

Tabla 2.37. Descriptores de presión de DQO-DBO por subzona hidrográfica de Medio Magdalena

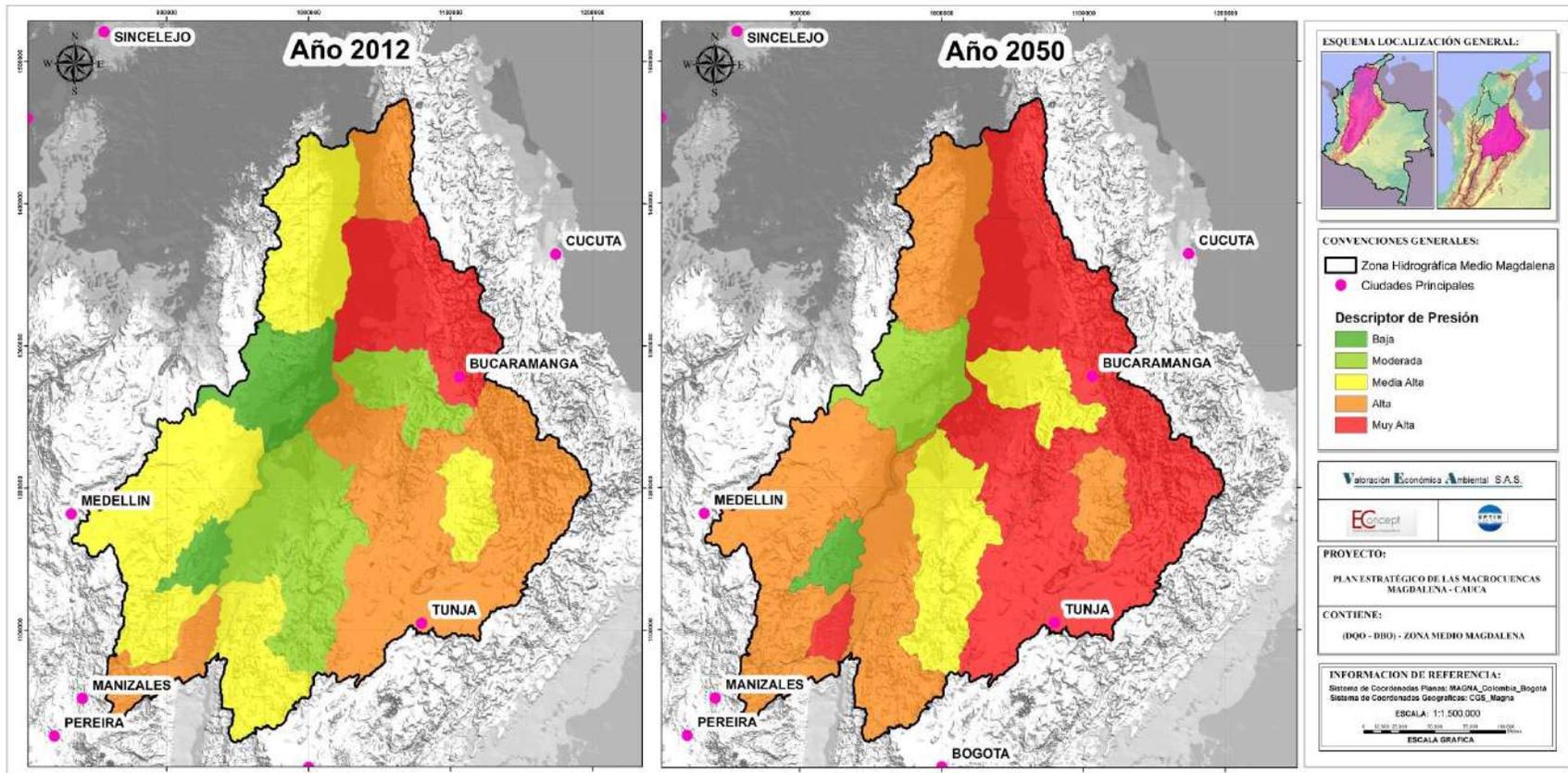
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	DQO-DBO 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2319	Río Lebrija	7	Muy Alta	10	Muy Alta	14	Muy Alta	21	Muy Alta	29	Muy Alta
2403	Río Chicamocha	6	Alta	8	Muy Alta	12	Muy Alta	18	Muy Alta	26	Muy Alta
2314	Río Opón	5	Alta	7	Alta	9	Muy Alta	13	Muy Alta	18	Muy Alta
2401	Río Suárez	4	Alta	6	Alta	8	Muy Alta	12	Muy Alta	17	Muy Alta
2304	Directos Magdalena (mi)	3	Alta	4	Alta	5	Alta	7	Muy Alta	10	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

La subzona con mayor presión por este indicador corresponde al Río Lebrija (29 ton/año/MMC), lo cual es coherente con el alto índice de concentración poblacional (36,7%), seguido por la subzona del Río Chicamocha (26 ton/año/MMC) y un índice de concentración poblacional correspondiente al 16,7%.

La siguiente ilustración muestra las categorías de presión de todas las subzonas del Medio Magdalena.

Ilustración 2.45. Descriptores de presión de DQO-DBO por subzona hidrográfica de Medio Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la anterior ilustración se observa que las subzonas del Medio Magdalena que presentan la mayor presión por DQO-DBO, corresponden a las subzonas donde se encuentran las principales ciudades como Bucaramanga y Tunja.

Para el análisis de SST, se presenta la siguiente información.

Tabla 2.38. Descriptores de presión de Sólidos Suspendedos Totales (SST) por subzona hidrográfica de Medio Magdalena

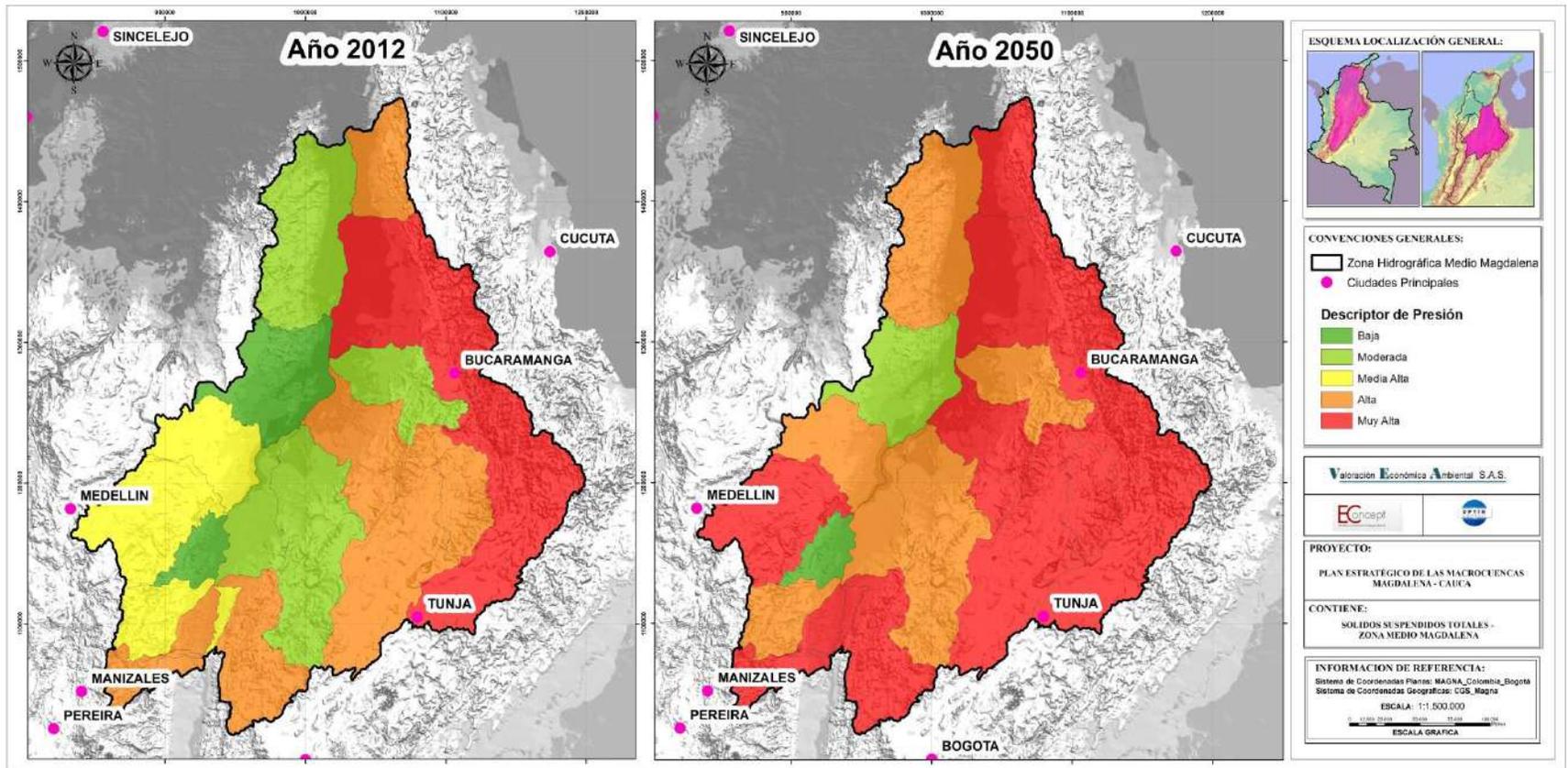
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	SST 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2403	Río Chicamocha	14	Muy Alta	21	Muy Alta	32	Muy Alta	49	Muy Alta	73	Muy Alta
2319	Río Lebrija	11	Muy Alta	16	Muy Alta	26	Muy Alta	39	Muy Alta	58	Muy Alta
2304	Directos Magdalena (mi)	5	Alta	7	Alta	11	Muy Alta	16	Muy Alta	24	Muy Alta
2401	Río Suárez	4	Alta	6	Alta	9	Muy Alta	14	Muy Alta	21	Muy Alta
2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	4	Alta	6	Alta	9	Muy Alta	13	Muy Alta	20	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

La tabla anterior presenta las 5 subzonas con mayor presión por SST. Se observa que la subzona del Río Chicamocha al igual que para el análisis de las presiones por DBO, es la más afectada (73 ton/año/MMC), seguida por la subzona del Río Lebrija (58ton/año/MMC). Sin embargo, cabe resaltar que en la actualidad estas subzonas ya se encuentran dentro de la categoría más crítica.

A continuación se muestra la información de las categorías de todas las subzonas para el descriptor de presión de SST.

Ilustración 2.46. Proyecciones de Sólidos Suspendidos Totales (SST) por subzona hidrográfica de Medio Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

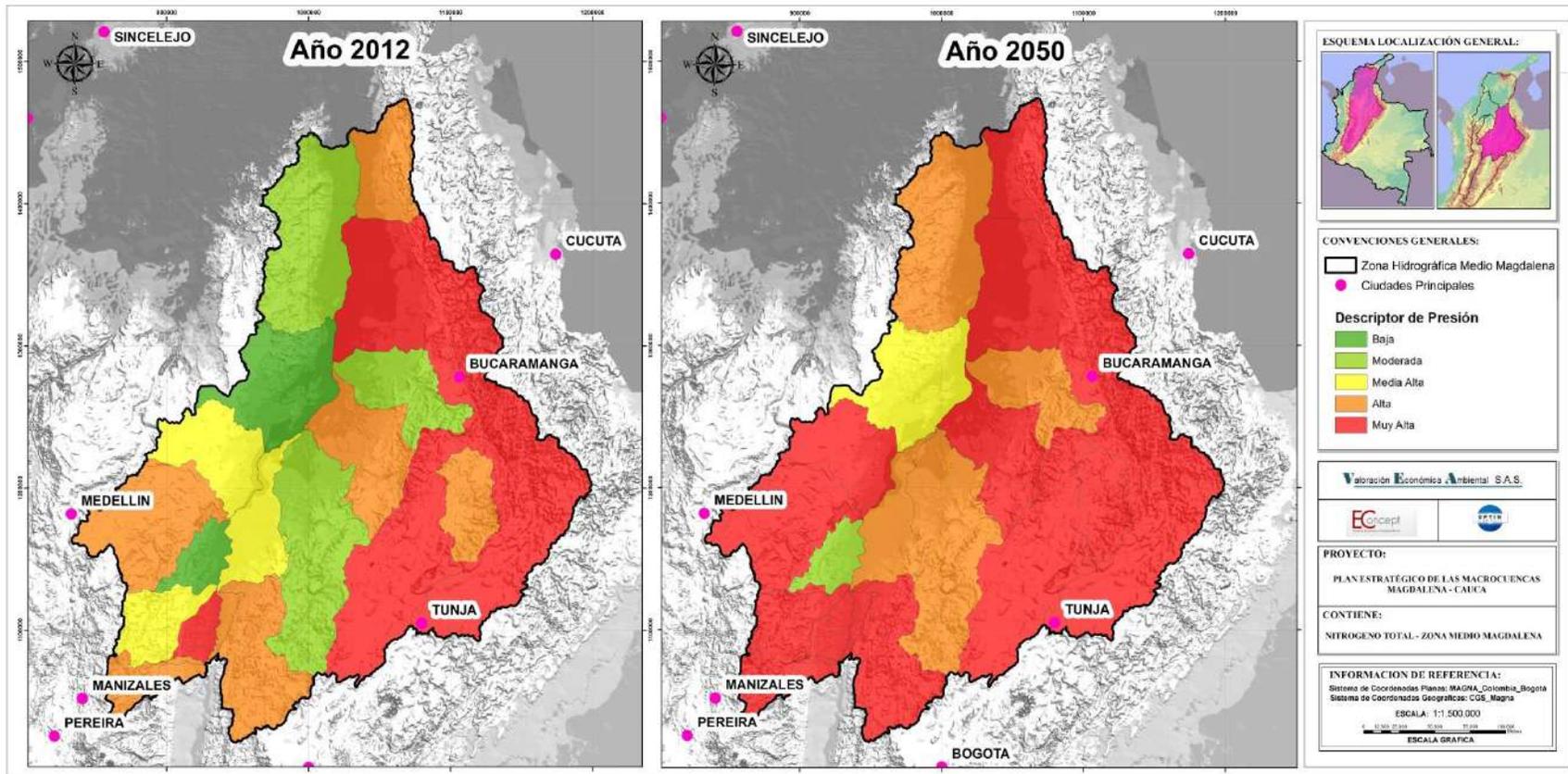
Con relación al Nitrógeno Total y al Fósforo Total, las proyecciones se presentan a continuación.

Tabla 2.39. Descriptores de presión de Nitrógeno Total (NT) por subzona hidrográfica de Medio Magdalena

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	NT 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2403	Río Chicamocha	2	Muy Alta	3	Muy Alta	5	Muy Alta	7	Muy Alta	11	Muy Alta
2319	Río Lebrija	1	Muy Alta	2	Muy Alta	4	Muy Alta	6	Muy Alta	9	Muy Alta
2401	Río Suárez	1	Muy Alta	2	Muy Alta	2	Muy Alta	4	Muy Alta	6	Muy Alta
2304	Directos Magdalena (mi)	1	Muy Alta	1	Muy Alta	2	Muy Alta	3	Muy Alta	4	Muy Alta
2314	Río Opón	1	Alta	1	Muy Alta	1	Muy Alta	2	Muy Alta	3	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Ilustración 2.47. Descriptores de presión de Nitrógeno Total (NT) por subzona hidrográfica de Medio Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

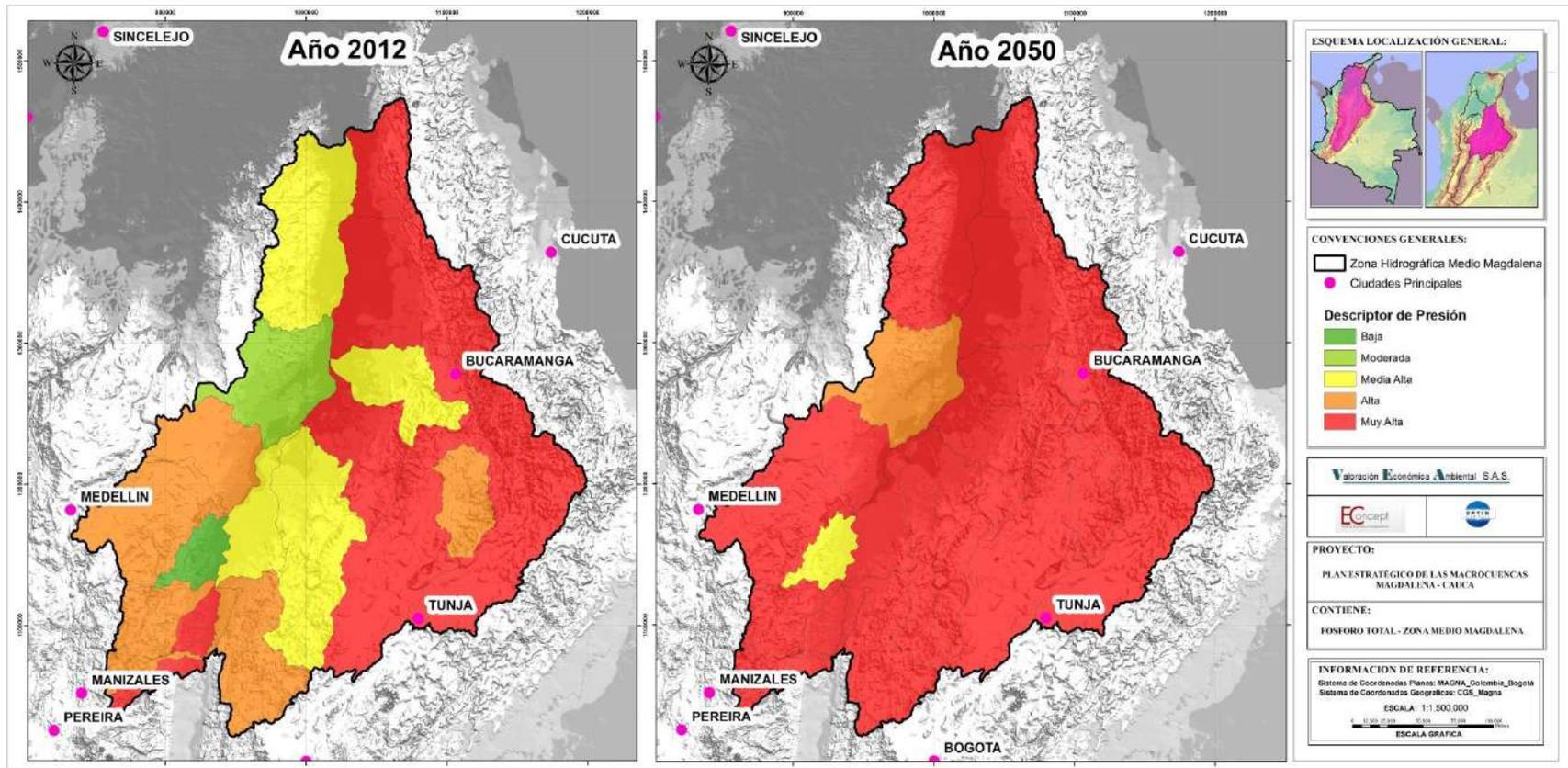
Los valores asociados al Fósforo Total y la presión ejercida por éste elemento se presentan a continuación.

Tabla 2.40. Descriptores de presión de Fósforo Total (FT) por subzona hidrográfica de Medio Magdalena

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	FT 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2403	Río Chicamocha	1	Muy Alta	1	Muy Alta	3	Muy Alta	5	Muy Alta	8	Muy Alta
2319	Río Lebrija	1	Muy Alta	1	Muy Alta	3	Muy Alta	4	Muy Alta	7	Muy Alta
2304	Directos Magdalena (mi)	0	Muy Alta	1	Muy Alta	1	Muy Alta	2	Muy Alta	3	Muy Alta
2401	Río Suárez	0	Muy Alta	1	Muy Alta	1	Muy Alta	2	Muy Alta	3	Muy Alta
2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	0	Muy Alta	0	Muy Alta	1	Muy Alta	1	Muy Alta	2	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuenas con información de (IDEAM, 2010).

Ilustración 2.48. Descriptores de presión de Fósforo Total (FT) por subzona hidrográfica de Medio Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Con base en la información anterior, se observa que el Medio Magdalena tiene una gran presión por Nitrógeno y Fósforo, 18 de 30 subzonas presentarán un nivel de presión Muy Alto. Lo anterior evidencia un alto riesgo y posibles restricciones de uso debido a su importancia en la afectación de la salud humana y la alteración de otros organismos.

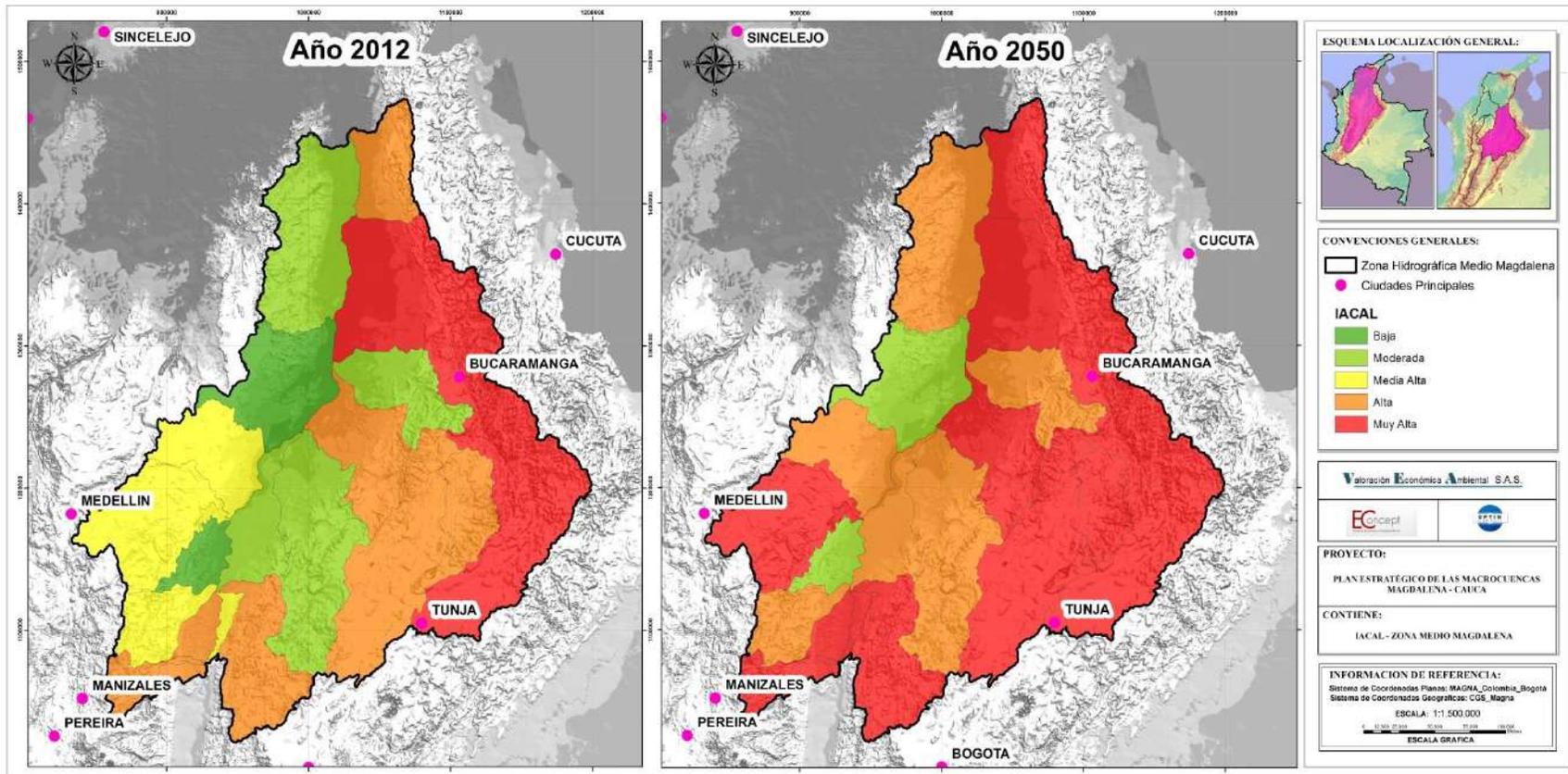
Teniendo en cuenta los valores de los descriptores de presión, se determinan las proyecciones del IACAL.

Tabla 2.41. Principales Subzonas con mayor presión IACAL Año Seco - Medio Magdalena.

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	IACAL AÑO SECO 2012	Categoría	IACAL AÑO SECO 2020	Categoría	IACAL AÑO SECO 2030	Categoría	IACAL AÑO SECO 2040	Categoría	IACAL AÑO SECO 2050	Categoría
2319	Río Lebrija	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2403	Río Chicamocha	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2301	Río Gualí	4	Alta	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2302	Río Guarinó	4	Alta	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2304	Directos Magdalena (mi)	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2306	Río Negro	4	Alta	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2314	Río Opón	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2401	Río Suárez	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2402	Río Fonce	4	Alta	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2303	Directos al Magdalena (md)	3	Media Alta	4	Alta	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta
2305	Río Samaná	3	Media Alta	3	Media Alta	4	Alta	4	Alta	4	Alta
2308	Río Nare	3	Media Alta	4	Alta	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Ilustración 2.49. Subzonas Hidrográficas según Categoría de IACAL Año Seco proyectado – Medio Magdalena.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Con base en la información presentada, se observa que las proyecciones para el año 2050 de la zona del Medio Magdalena en un año seco presentarán condiciones de presión alta. Sin embargo, es necesario resaltar que actualmente existen 2 subzonas, Río Lebrija y Río Chicamocha, para las cuales la situación de presión ya se encuentra dentro de la categoría Muy Alto, lo cual evidencia la necesidad de establecer medidas o mecanismos preventivos para las demás subzonas y posibles tratamientos o controles para las subzonas críticas.

2.4.2.3 Bajo Magdalena

Para el análisis de la calidad del recurso hídrico en la zona del Bajo Magdalena, se presentan los valores de los descriptores de presión. En la siguiente tabla se observan las principales subzonas con el mayor valor de presión ambiental para DBO.

Tabla 2.42. Descriptores de presión de DBO por subzona hidrográfica de Bajo Magdalena.

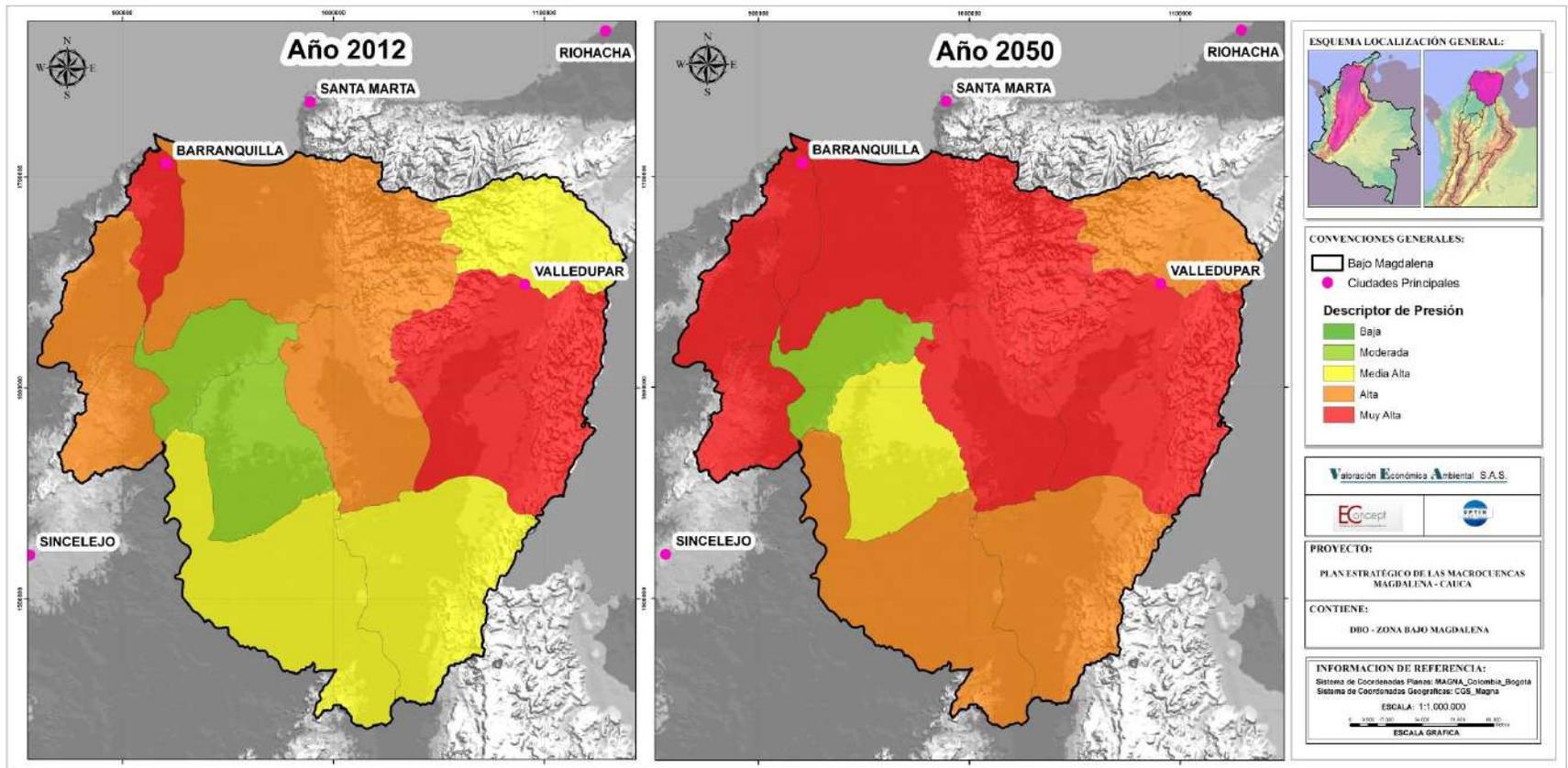
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	DBO 2012 (ton/año /MMC)	Categoría	DBO 2020 (ton/año /MMC)	Categoría	DBO 2030 (ton/año /MMC)	Categoría	DBO 2040 (ton/año /MMC)	Categoría	DBO 2050 (ton/año /MMC)	Categoría
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	93	Muy Alta	118	Muy Alta	157	Muy Alta	205	Muy Alta	264	Muy Alta
2802	Medio Cesar	8	Muy Alta	10	Muy Alta	14	Muy Alta	19	Muy Alta	24	Muy Alta
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	4	Alta	5	Muy Alta	7	Muy Alta	9	Muy Alta	12	Muy Alta
2906	Cga Grande de Santa Marta	2	Alta	3	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	7	Muy Alta
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	5	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	6	Muy Alta	6	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la tabla anterior se evidencia que la subzona correspondiente a Directos al Bajo Magdalena (mi) cuenta con la mayor presión ambiental respecto al parámetro de DBO (264 ton/año/MMC). Lo anterior es consecuente con el alto índice de concentración poblacional para esta subzona (61,8% y la producción de materia orgánica asociada al número de habitantes.

Adicionalmente, se observa que la condición actual de presión que existe sobre la subzona en mención se encuentra dentro de la categoría más alta de presión, lo cual podría generar restricciones de uso. La representación gráfica de la presión ambiental por DBO de todas las subzonas hidrográficas del Bajo Magdalena se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 2.50. Descriptores de presión de DBO por subzona hidrográfica de Bajo Magdalena.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

La ilustración anterior muestra que la zona del Bajo Magdalena presentará un alto nivel de presión, ocasionado principalmente por los aportes asociados al sector doméstico y el industrial. Adicionalmente, las subzonas con mayor presión corresponden a las subzonas Directos

al Bajo Magdalena (mi) y Medio Cesar en las cuales se ubican capitales y ciudades principales, las cuales cuentan con un alto número de habitantes.

Con relación al descriptor asociado al DQO-DBO, la siguiente tabla presenta la información correspondiente.

Tabla 2.43. Descriptores de presión de DQO-DBO por subzona hidrográfica de Bajo Magdalena.

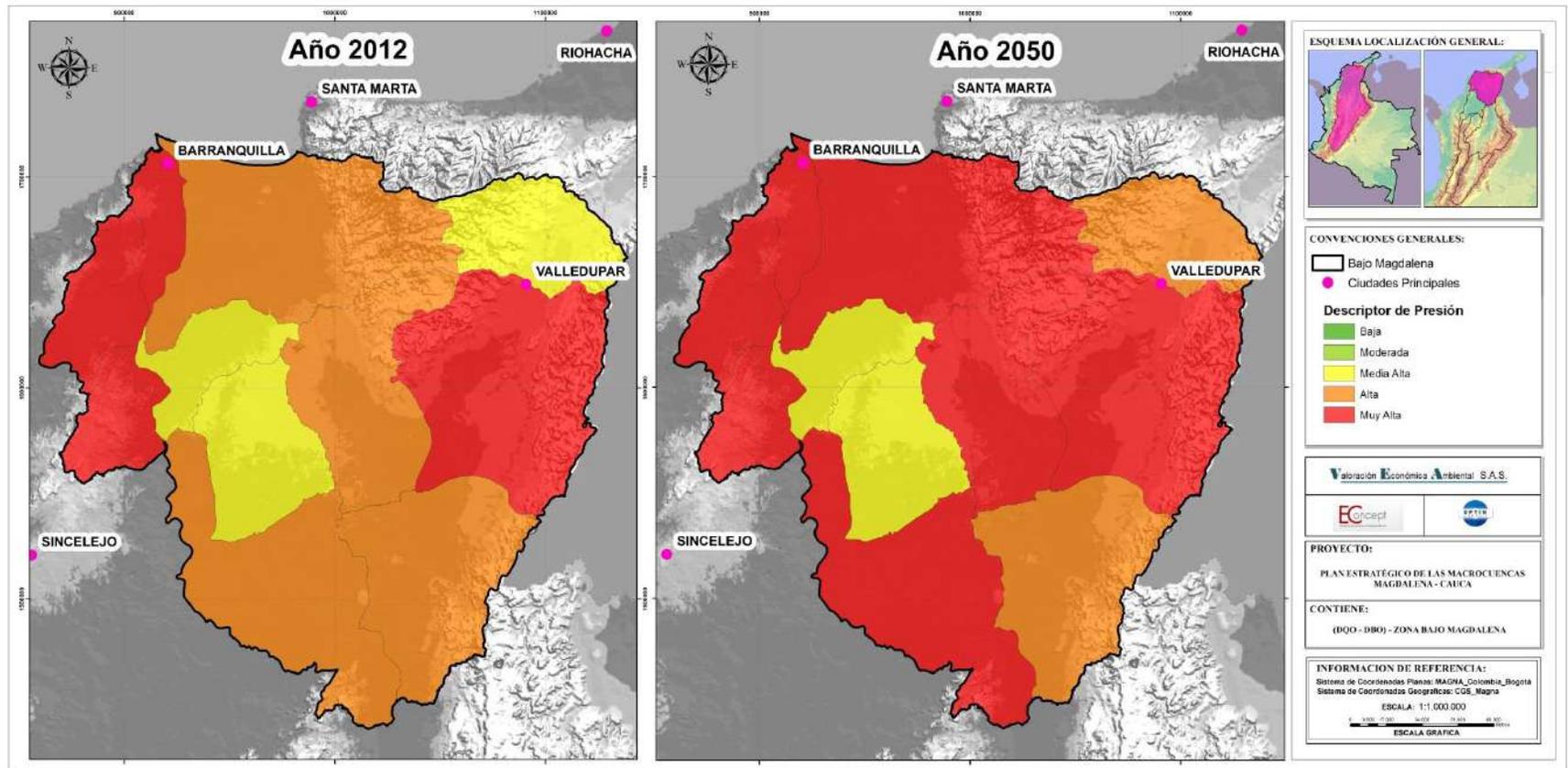
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	DQO-DBO 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	115	Muy Alta	158	Muy Alta	233	Muy Alta	336	Muy Alta	477	Muy Alta
2802	Medio Cesar	7	Muy Alta	10	Muy Alta	16	Muy Alta	23	Muy Alta	34	Muy Alta
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	7	Muy Alta	10	Muy Alta	14	Muy Alta	21	Muy Alta	29	Muy Alta
2906	Cga Grande de Santa Marta	3	Alta	4	Alta	6	Alta	9	Muy Alta	13	Muy Alta
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	10	Muy Alta	11	Muy Alta	12	Muy Alta	12	Muy Alta	13	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

La subzona con mayor presión por este indicador corresponde a Directos al Bajo Magdalena (477 ton/año/MMC), lo cual es coherente con el alto la concentración de la mayor parte de la población de esta zona y el corredor industrial que se encuentra en la misma.

La siguiente ilustración muestra las categorías de presión para todas las subzonas del Bajo Magdalena.

Ilustración 2.51. Descriptores de presión de DQO-DBO por subzona hidrográfica de Bajo Magdalena.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la anterior ilustración se observa que todas las subzonas del Bajo Magdalena se encuentran en categorías entre Media Alta y Muy Alta, lo cual genera una situación de alerta para las medidas y posibles controles que deban aplicarse.

Para el análisis de SST, se presenta la siguiente información.

Tabla 2.44. Descriptores de presión de Sólidos Suspendidos Totales (SST) por subzona hidrográfica de Bajo Magdalena

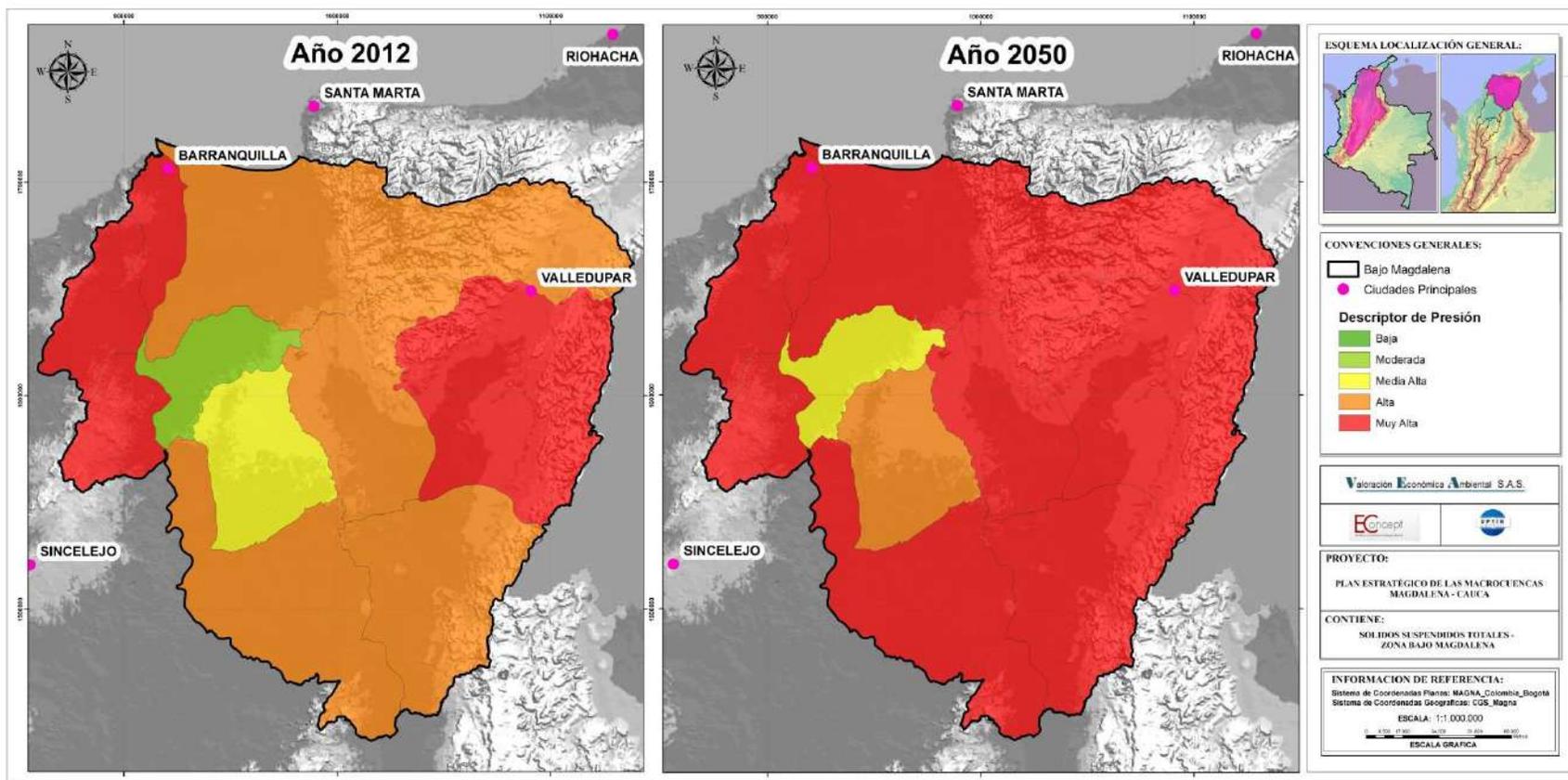
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	SST 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	219	Muy Alta	329	Muy Alta	513	Muy Alta	780	Muy Alta	1.167	Muy Alta
2802	Medio Cesar	23	Muy Alta	35	Muy Alta	56	Muy Alta	87	Muy Alta	131	Muy Alta
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	13	Muy Alta	19	Muy Alta	29	Muy Alta	44	Muy Alta	66	Muy Alta
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	12	Muy Alta	16	Muy Alta	21	Muy Alta	26	Muy Alta	33	Muy Alta
2906	Cga Grande de Santa Marta	4	Alta	7	Alta	10	Muy Alta	15	Muy Alta	23	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

La tabla anterior presenta las 5 subzonas con mayor presión por SST. Se observa que la subzona de Directos al Bajo Magdalena (1167 ton/año/MMC), al igual que para el análisis de las presiones por DBO y DQO-DBO, es la más afectada. Adicionalmente, se evidencia la gran diferencia entre los valores de SST presentados para la subzona mencionada y las demás que se presentan en la tabla, tales como el Medio Cesar (131ton/año/MMC) y el Bajo Magdalena- Canal del Dique (33ton/año/MMC).

A continuación se muestra la información de las categorías de todas las subzonas para el descriptor de presión de SST.

Ilustración 2.52. Descriptores de presión de Sólidos Suspendedos Totales (SST) por subzona hidrográfica de Bajo Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

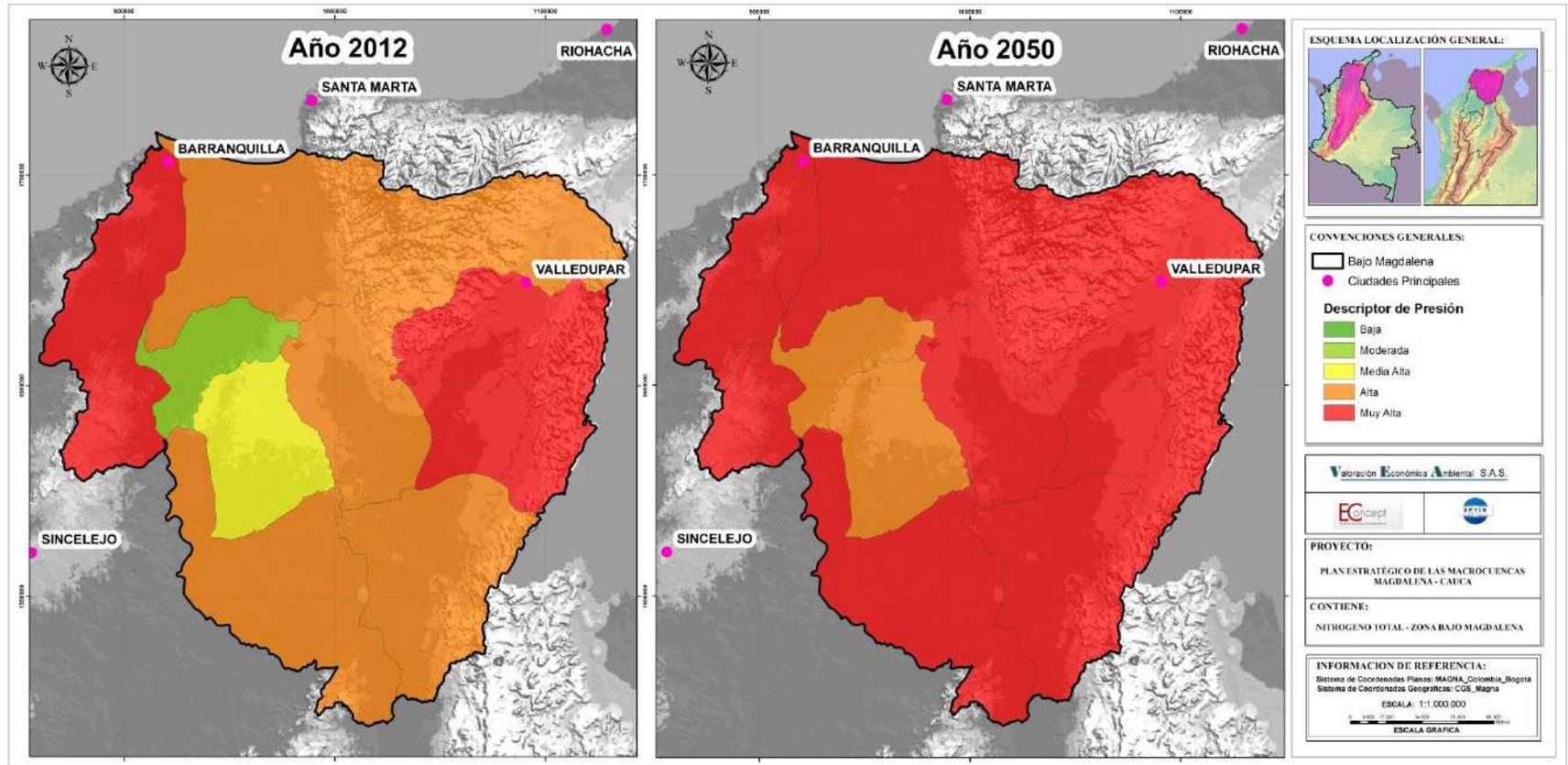
Con relación al Nitrógeno Total y al Fósforo Total, las proyecciones se presentan a continuación.

Tabla 2.45. Descriptores de presión de Nitrógeno Total (NT) por subzona hidrográfica de Bajo Magdalena

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	NT 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	26	Muy Alta	43	Muy Alta	70	Muy Alta	110	Muy Alta	168	Muy Alta
2802	Medio Cesar	2	Muy Alta	4	Muy Alta	6	Muy Alta	10	Muy Alta	15	Muy Alta
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	1	Muy Alta	2	Muy Alta	3	Muy Alta	4	Muy Alta	7	Muy Alta
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	1	Muy Alta	1	Muy Alta	2	Muy Alta	2	Muy Alta	3	Muy Alta
2906	Cga Grande de Santa Marta	0	Alta	1	Muy Alta	1	Muy Alta	2	Muy Alta	3	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Ilustración 2.53. Descriptores de presión de Nitrógeno Total (NT) por subzona hidrográfica de Bajo Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

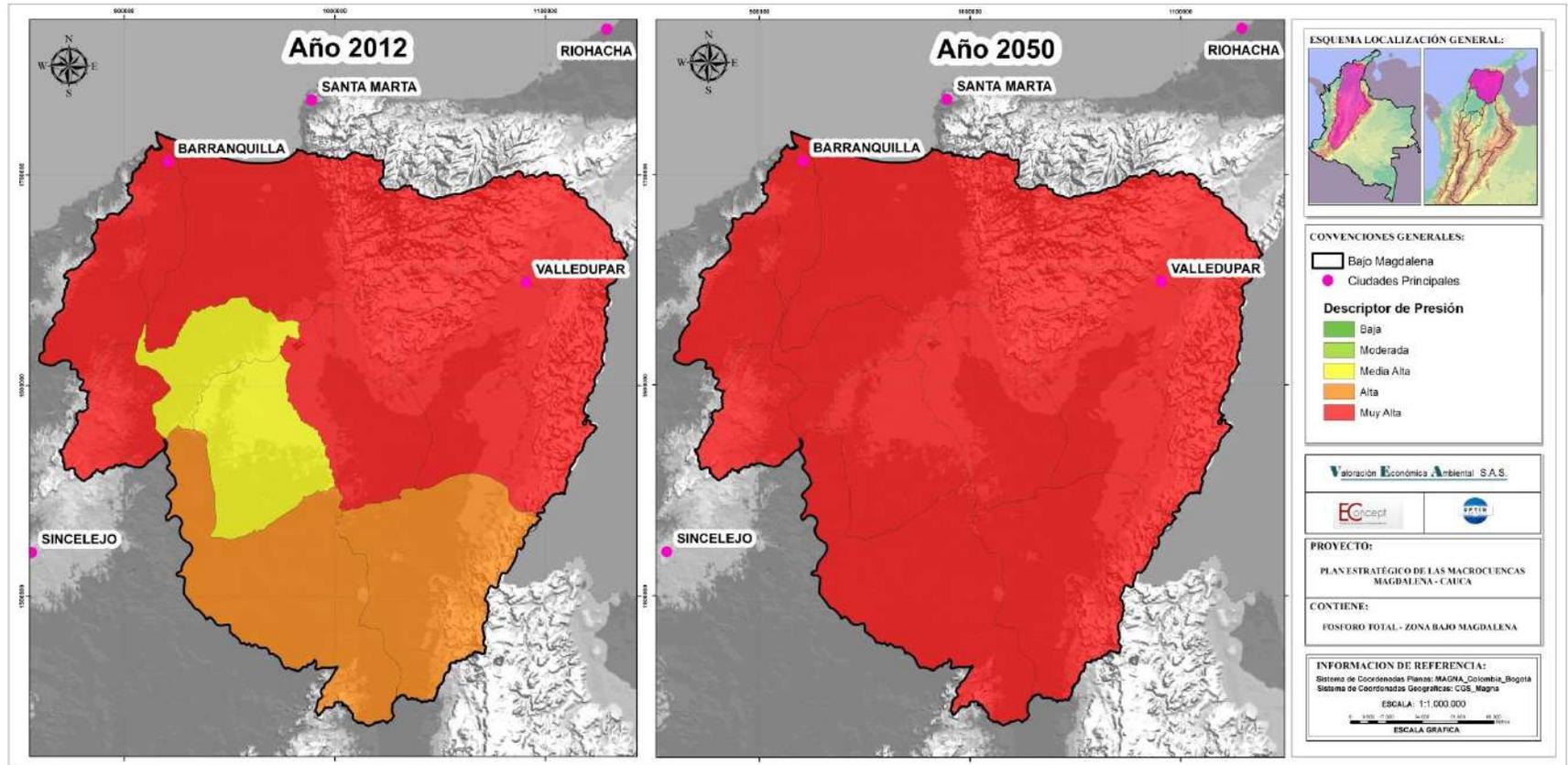
Los valores asociados al Fósforo Total y la presión ejercida por éste elemento se presentan a continuación.

Tabla 2.46. Descriptores de presión de Fósforo Total (FT) por subzona hidrográfica de Bajo Magdalena

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	FT 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	10	Muy Alta	21	Muy Alta	41	Muy Alta	72	Muy Alta	121	Muy Alta
2802	Medio Cesar	1	Muy Alta	2	Muy Alta	4	Muy Alta	7	Muy Alta	12	Muy Alta
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	0	Muy Alta	1	Muy Alta	2	Muy Alta	3	Muy Alta	5	Muy Alta
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	0	Muy Alta	1	Muy Alta	1	Muy Alta	2	Muy Alta	3	Muy Alta
2906	Cga Grande de Santa Marta	0	Muy Alta	0	Muy Alta	1	Muy Alta	2	Muy Alta	3	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Ilustración 2.54. Descriptores de presión de Fósforo Total (FT) por subzona hidrográfica de Bajo Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Con base en la información anterior, se observa que el Bajo Magdalena tiene una gran presión por Nitrógeno y Fósforo, la condición actual ya es crítica y para el año 2050, todas las subzonas del Bajo Magdalena estarán bajo un nivel de presión Muy Alto. Lo anterior evidencia un alto riesgo y posibles restricciones de uso, debido a su importancia en la afectación de la salud humana y la alteración de otros organismos.

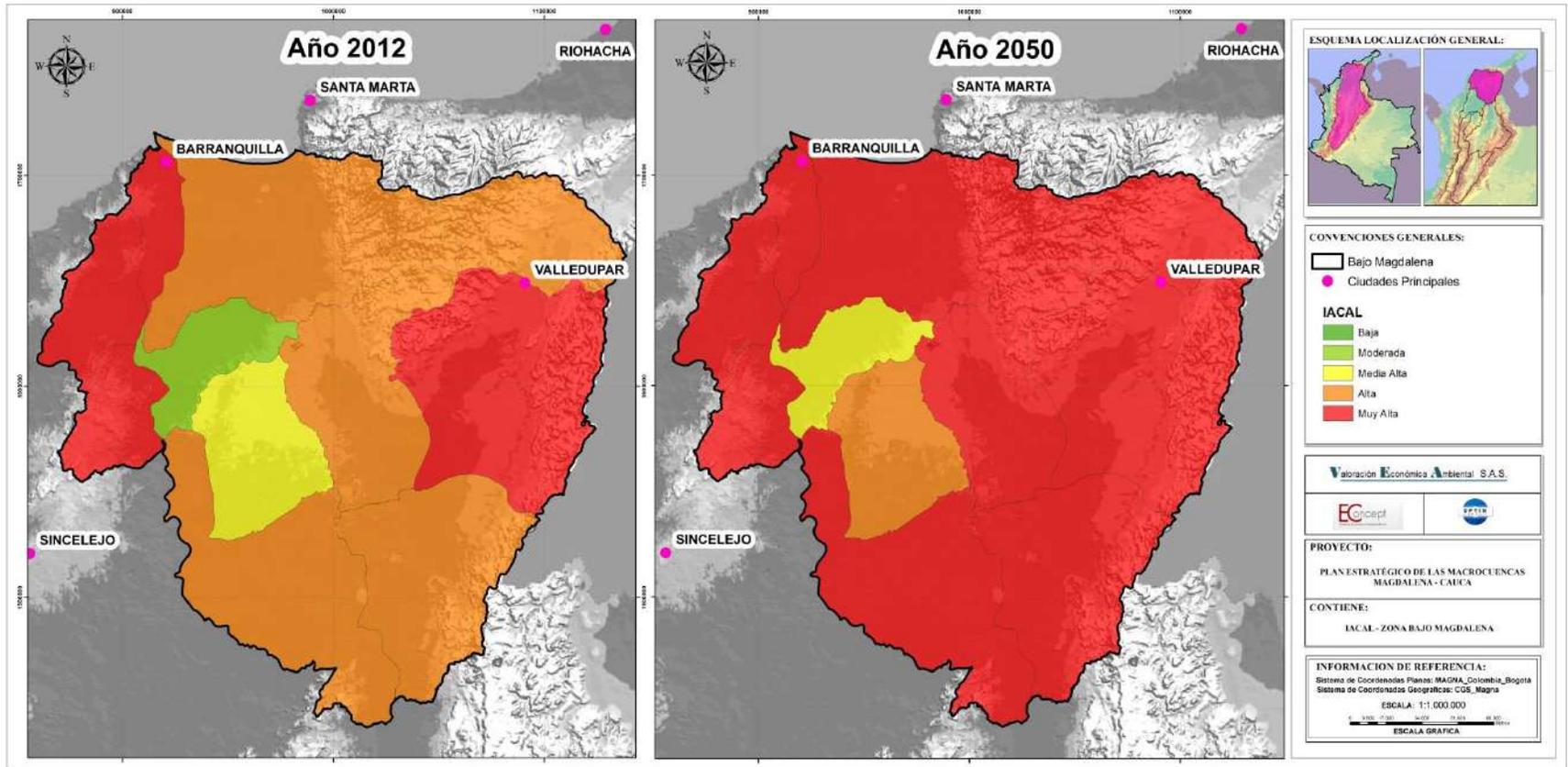
Teniendo en cuenta los valores de los descriptores de presión, se determinan las proyecciones del IACAL.

Tabla 2.47. Principales Subzonas con mayor presión IACAL Año Seco - Bajo Magdalena.

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	IACAL AÑO SECO 2012	Categoría	IACAL AÑO SECO 2020	Categoría	IACAL AÑO SECO 2030	Categoría	IACAL AÑO SECO 2040	Categoría	IACAL AÑO SECO 2050	Categoría
2802	Medio Cesar	5	Muy Alta								
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	5	Muy Alta								
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	5	Muy Alta								
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	5	Muy Alta								
2801	Alto Cesar	4	Alta	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2804	Río Ariguaní	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Ilustración 2.55. Subzonas Hidrográficas según Categoría de IACAL Año Seco proyectado - Bajo Magdalena.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Teniendo en cuenta la información presentada, se observa que las proyecciones para el año 2050 de la zona del Bajo Magdalena en un año seco presentarán condiciones de presión alta. Sin embargo, es necesario resaltar que actualmente existen 4 subzonas para las cuales la situación de presión ya se encuentra dentro de la categoría Muy Alto, lo cual evidencia la necesidad de establecer medidas o mecanismos preventivos para las demás subzonas y posibles tratamientos o controles para las subzonas críticas.

2.4.2.4 Alto Cauca

Para el análisis de la calidad del recurso hídrico en la zona del Alto Cauca, se presentan los valores de los descriptores de presión. En la siguiente tabla se observan las principales subzonas con el mayor valor de presión ambiental para DBO.

Tabla 2.48. Descriptores de presión de DBO por subzona hidrográfica de Alto Cauca.

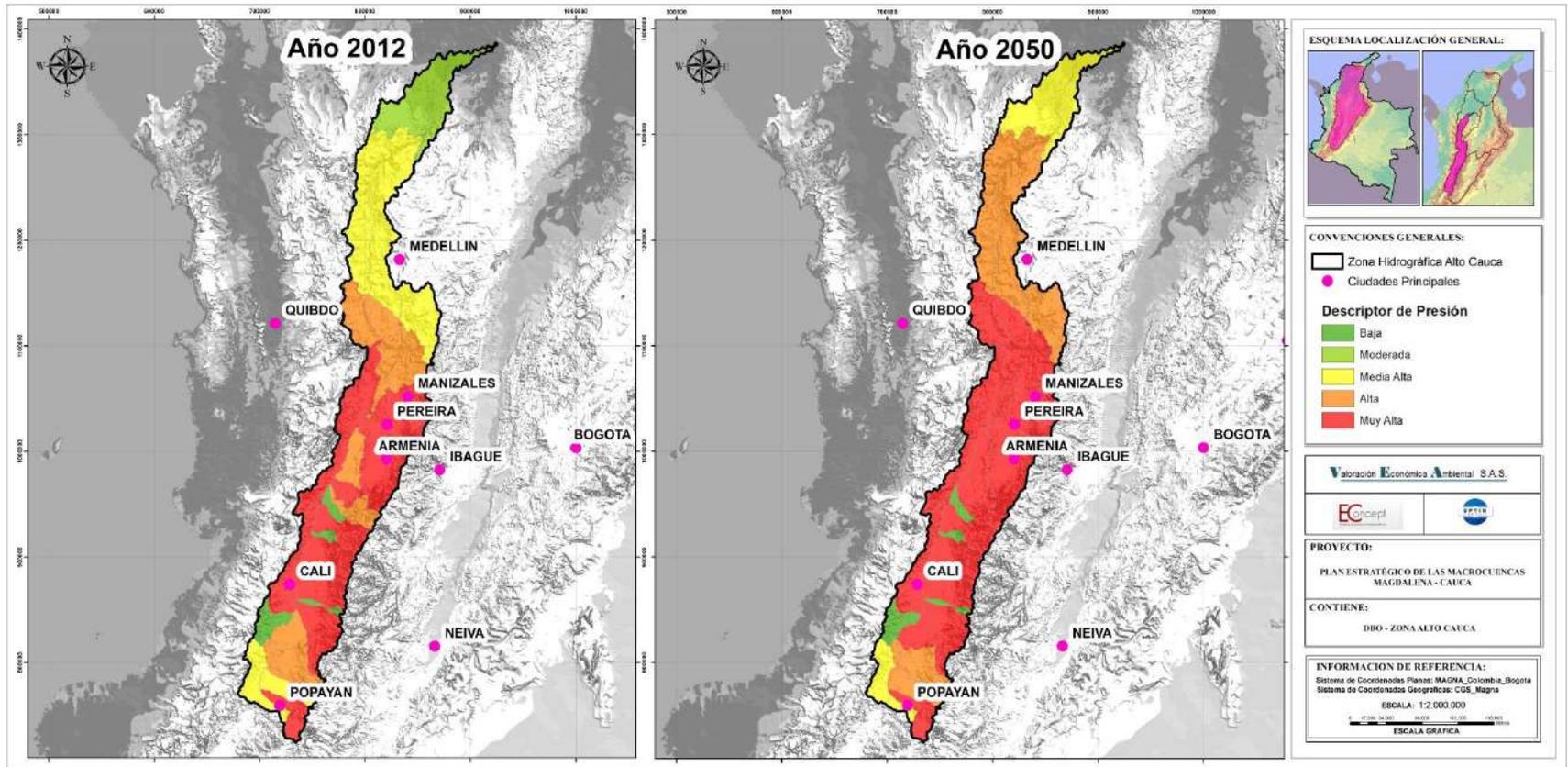
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	DBO 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2630	Río Pance	128	Muy Alta	159	Muy Alta	207	Muy Alta	267	Muy Alta	341	Muy Alta
2632	Río Cerrito y otros directos al Cauca	52	Muy Alta	63	Muy Alta	82	Muy Alta	105	Muy Alta	133	Muy Alta
2609	Río Amaime	41	Muy Alta	49	Muy Alta	63	Muy Alta	79	Muy Alta	100	Muy Alta
2604	Río Palo	39	Muy Alta	47	Muy Alta	60	Muy Alta	77	Muy Alta	97	Muy Alta
2610	Río Tuluá	33	Muy Alta	41	Muy Alta	54	Muy Alta	70	Muy Alta	90	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la tabla anterior se evidencia que la subzona correspondiente al Río Pance cuenta con la mayor presión ambiental respecto al parámetro de DBO (341 ton/año/MMC). Lo anterior es consecuente con el alto índice de concentración poblacional para esta subzona (38,6%) y la producción de materia orgánica asociada al número de habitantes.

Adicionalmente, se observa que la condición actual de presión que existe sobre la subzona en mención se encuentra dentro de la categoría más alta de presión, lo cual podría generar restricciones de uso. La representación gráfica de la presión ambiental por DBO de todas las subzonas hidrográficas del Alto Cauca se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 2.56. Descriptores de presión de DBO por subzona hidrográfica de Alto Cauca.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Como se observa en la ilustración anterior, la zona del Alto Cauca presenta un alto nivel de presión, ocasionado principalmente por los aportes del sector doméstico y el industrial. Adicionalmente, las subzonas con mayor presión corresponden a las subzonas del Río Pance y Río Cerrito y otros directos al Cauca, en las cuales se ubican capitales y ciudades principales, las cuales cuentan con un alto número de habitantes.

Con relación al descriptor asociado al DQO-DBO, la siguiente tabla presenta la información correspondiente.

Tabla 2.49. Descriptores de presión de DQO-DBO por subzona hidrográfica de Alto Cauca

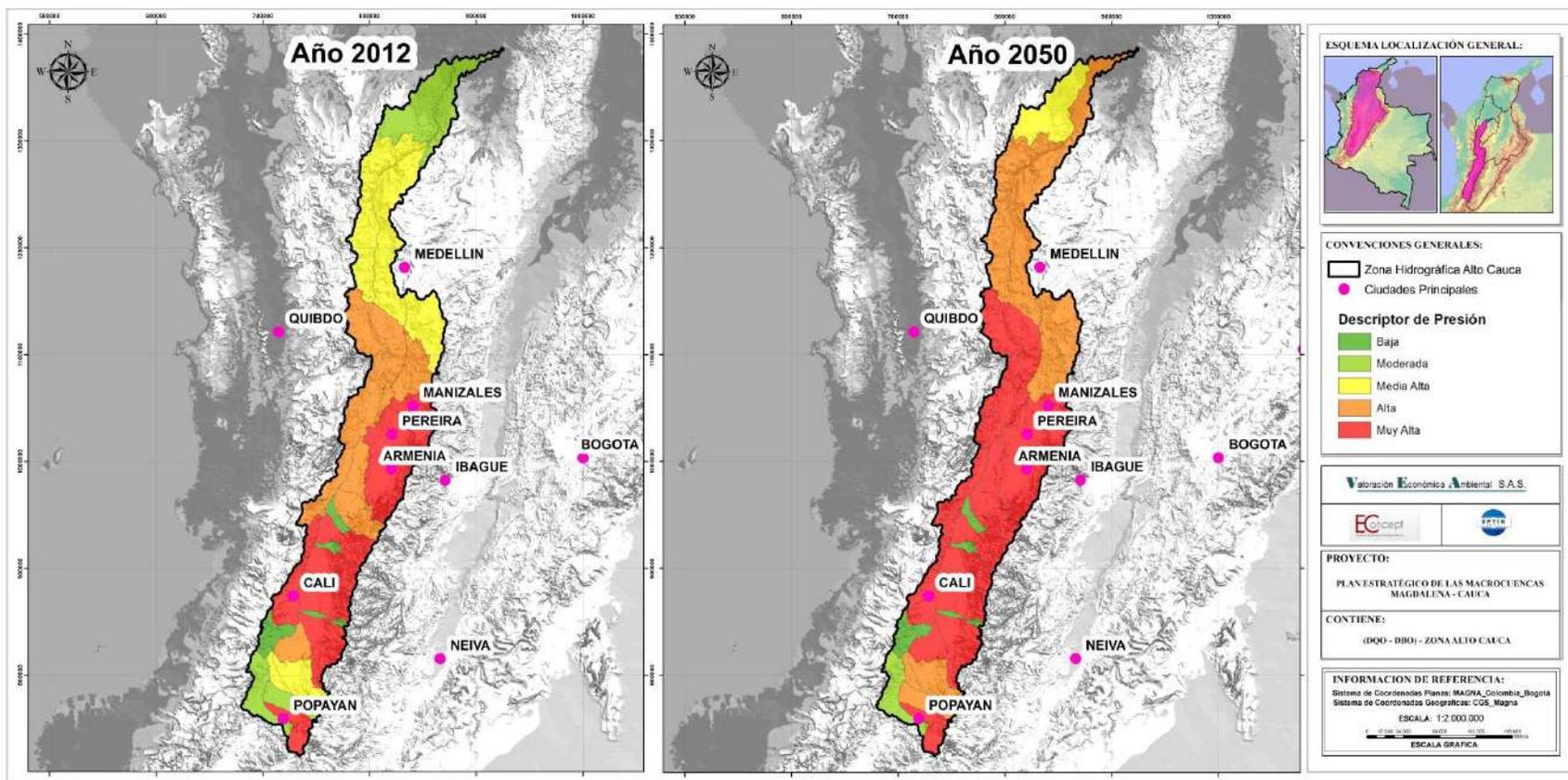
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	DQO-DBO 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2630	Río Pance	138	Muy Alta	183	Muy Alta	265	Muy Alta	379	Muy Alta	537	Muy Alta
2609	Río Amaime	46	Muy Alta	60	Muy Alta	84	Muy Alta	119	Muy Alta	166	Muy Alta
2631	Directos al Río Cauca (mi)	36	Muy Alta	50	Muy Alta	74	Muy Alta	107	Muy Alta	153	Muy Alta
2632	Río Cerrito y otros directos al Cauca	37	Muy Alta	50	Muy Alta	73	Muy Alta	106	Muy Alta	152	Muy Alta
2604	Río Palo	30	Muy Alta	38	Muy Alta	55	Muy Alta	79	Muy Alta	113	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

La subzona con mayor presión por este indicador corresponde al Río Pance (537 ton/año/MMC), lo cual es coherente con el alto nivel de desarrollo industrial y la concentración de la mayor parte de la población de esta zona.

La siguiente ilustración muestra las categorías de presión para todas las subzonas del Alto Cauca.

Ilustración 2.57. Descriptores de presión de DQO-DBO por subzona hidrográfica de Alto Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la anterior ilustración se observa la presión que se ejercen sobre las subzonas del Río Pance (537 ton/año/MMC), el Río Amaime (166 ton/año/MMC) y Directos al Río Cauca (153 ton/año/MMC).

Para el análisis de SST, se presenta la siguiente información.

Tabla 2.50. Descriptores de presión de Sólidos Suspendidos Totales (SST) por subzona hidrográfica de Alto Cauca

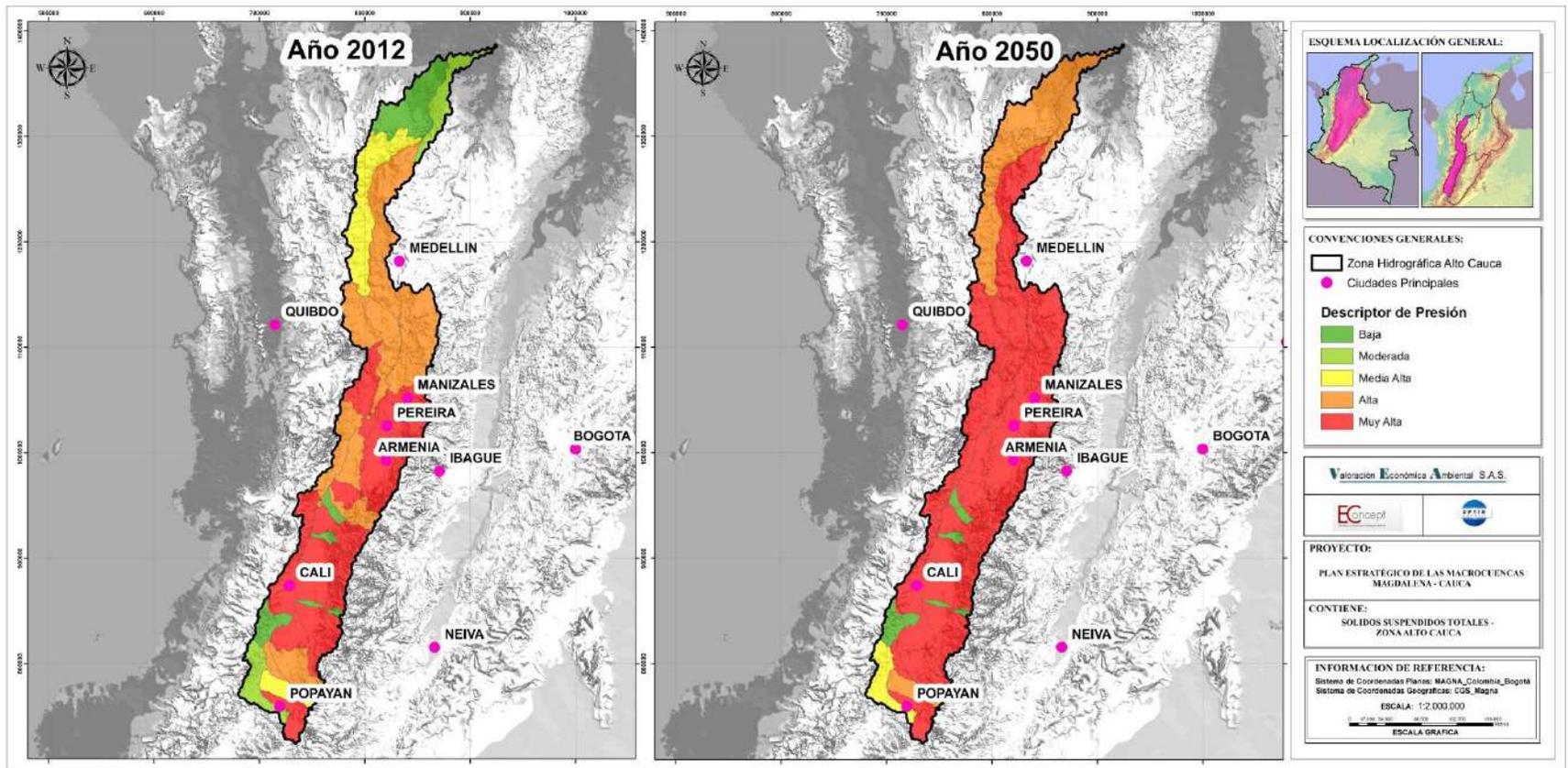
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	SST 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2630	Río Pance	268	Muy Alta	394	Muy Alta	603	Muy Alta	909	Muy Alta	1.352	Muy Alta
2609	Río Amaime	53	Muy Alta	76	Muy Alta	115	Muy Alta	171	Muy Alta	254	Muy Alta
2610	Río Tuluá	41	Muy Alta	61	Muy Alta	95	Muy Alta	145	Muy Alta	219	Muy Alta
2612	Río La Vieja	42	Muy Alta	60	Muy Alta	91	Muy Alta	136	Muy Alta	201	Muy Alta
2615	Río Chinchiná	41	Muy Alta	59	Muy Alta	89	Muy Alta	134	Muy Alta	198	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

La tabla anterior presenta las 5 subzonas con mayor presión por SST. Se observa que la subzona del Río Pance (1352 ton/año/MMC), el Río Amamime (254 ton/año/MMC) y el Río Tuluá (219 ton/año/MMC), son las subzonas que presentarán una mayor presión por SST.

A continuación se muestra la información de las categorías de todas las subzonas para el descriptor de presión de SST.

Ilustración 2.58. Descriptores de presión de Sólidos Suspendedos Totales (SST) por subzona hidrográfica de Alto Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

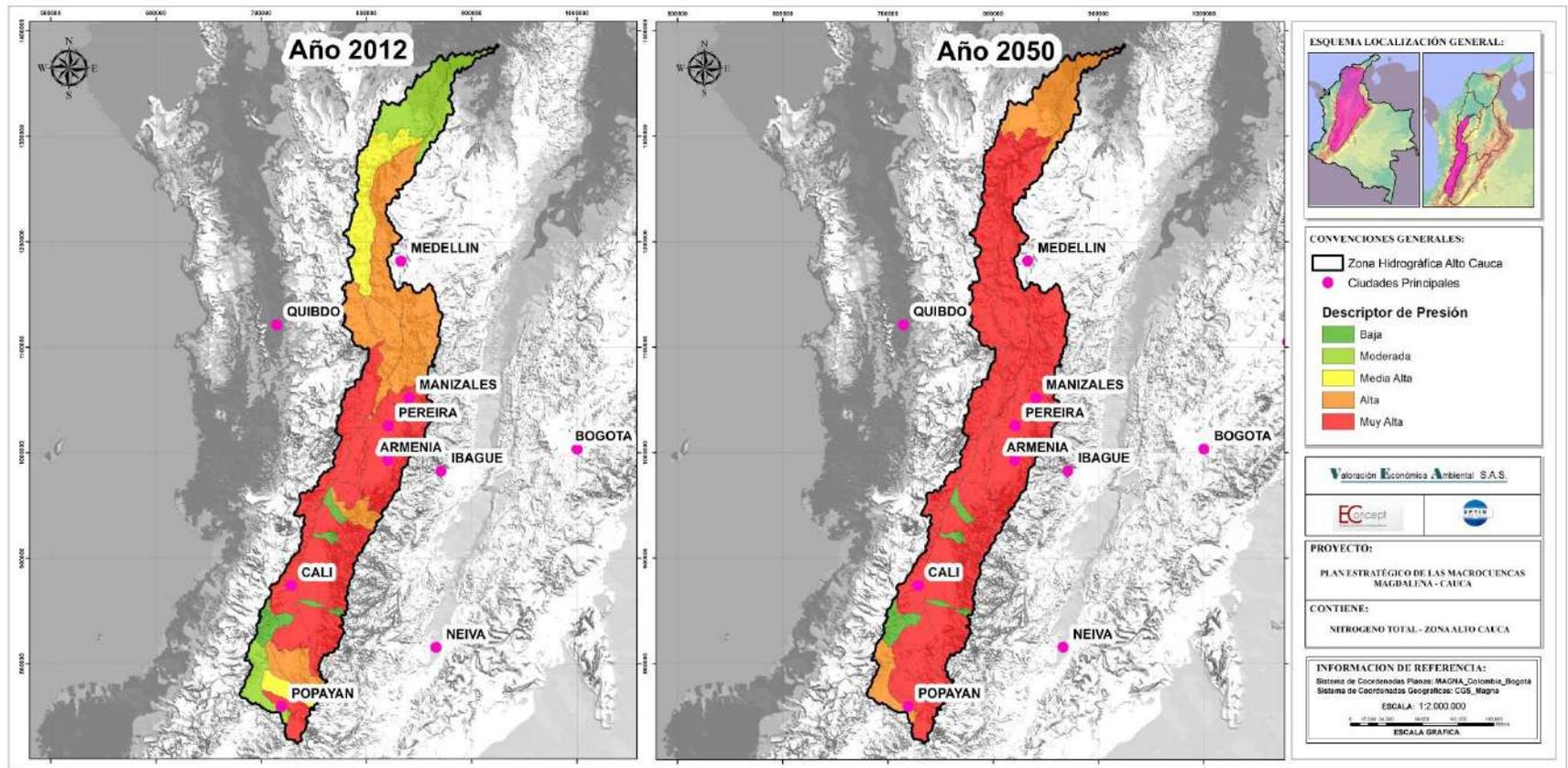
Con relación al Nitrógeno Total y al Fósforo Total, las proyecciones se presentan a continuación.

Tabla 2.51. Descriptores de presión de Nitrógeno Total (NT) por subzona hidrográfica de Alto Cauca

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	NT 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2630	Río Pance	41	Muy Alta	65	Muy Alta	103	Muy Alta	159	Muy Alta	238	Muy Alta
2609	Río Amaime	9	Muy Alta	15	Muy Alta	24	Muy Alta	37	Muy Alta	56	Muy Alta
2610	Río Tuluá	8	Muy Alta	13	Muy Alta	22	Muy Alta	34	Muy Alta	52	Muy Alta
2632	Río Cerrito y otros directos al Cauca	5	Muy Alta	9	Muy Alta	17	Muy Alta	29	Muy Alta	47	Muy Alta
2604	Río Palo	3	Muy Alta	6	Muy Alta	12	Muy Alta	20	Muy Alta	32	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Ilustración 2.59. Descriptores de presión de Nitrógeno Total (NT) por subzona hidrográfica de Alto Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

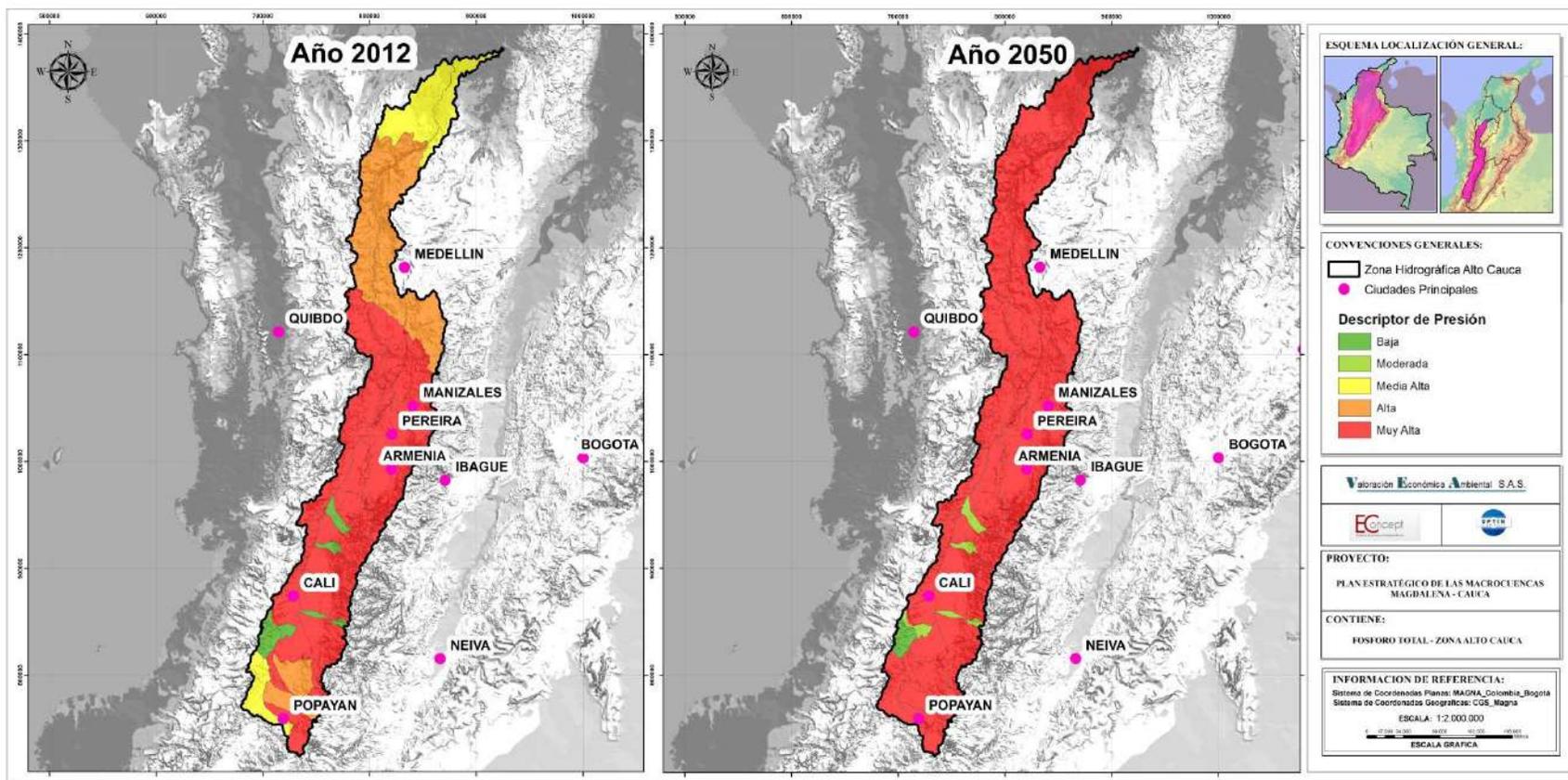
Los valores asociados al Fósforo Total y la presión ejercida por éste elemento se presentan a continuación.

Tabla 2.52. Descriptores de presión de Fósforo Total (FT) por subzona hidrográfica de Alto Cauca

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	FT 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2630	Río Pance	18	Muy Alta	34	Muy Alta	63	Muy Alta	108	Muy Alta	178	Muy Alta
2632	Río Cerrito y otros directos al Cauca	3	Muy Alta	8	Muy Alta	16	Muy Alta	29	Muy Alta	50	Muy Alta
2609	Río Amaime	4	Muy Alta	8	Muy Alta	15	Muy Alta	26	Muy Alta	43	Muy Alta
2610	Río Tuluá	3	Muy Alta	6	Muy Alta	12	Muy Alta	22	Muy Alta	38	Muy Alta
2604	Río Palo	2	Muy Alta	6	Muy Alta	12	Muy Alta	22	Muy Alta	37	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Ilustración 2.60. Descriptores de presión de Fósforo Total (FT) por subzona hidrográfica de Alto Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Con base en la información anteriormente presentada, se observa que el Alto Cauca tiene una gran presión por Nitrógeno y Fósforo, 30 de las 35 subzonas presentarán una condición de presión Muy Alta, lo cual se encuentra relacionado con el desarrollo económico de ésta región y la relevancia de los diferentes sectores analizados. Adicionalmente, como ya se mencionó, el alto número de habitantes que se localiza en la zona, influye en las cargas presentadas de estos descriptores de presión por las características fisicoquímicas de los

vertimientos domésticos, principalmente en las subzonas de Río Pance (178 ton/año/MMC) y el Río Cerritos y otros directos al Cauca (50 ton/año/MMC).

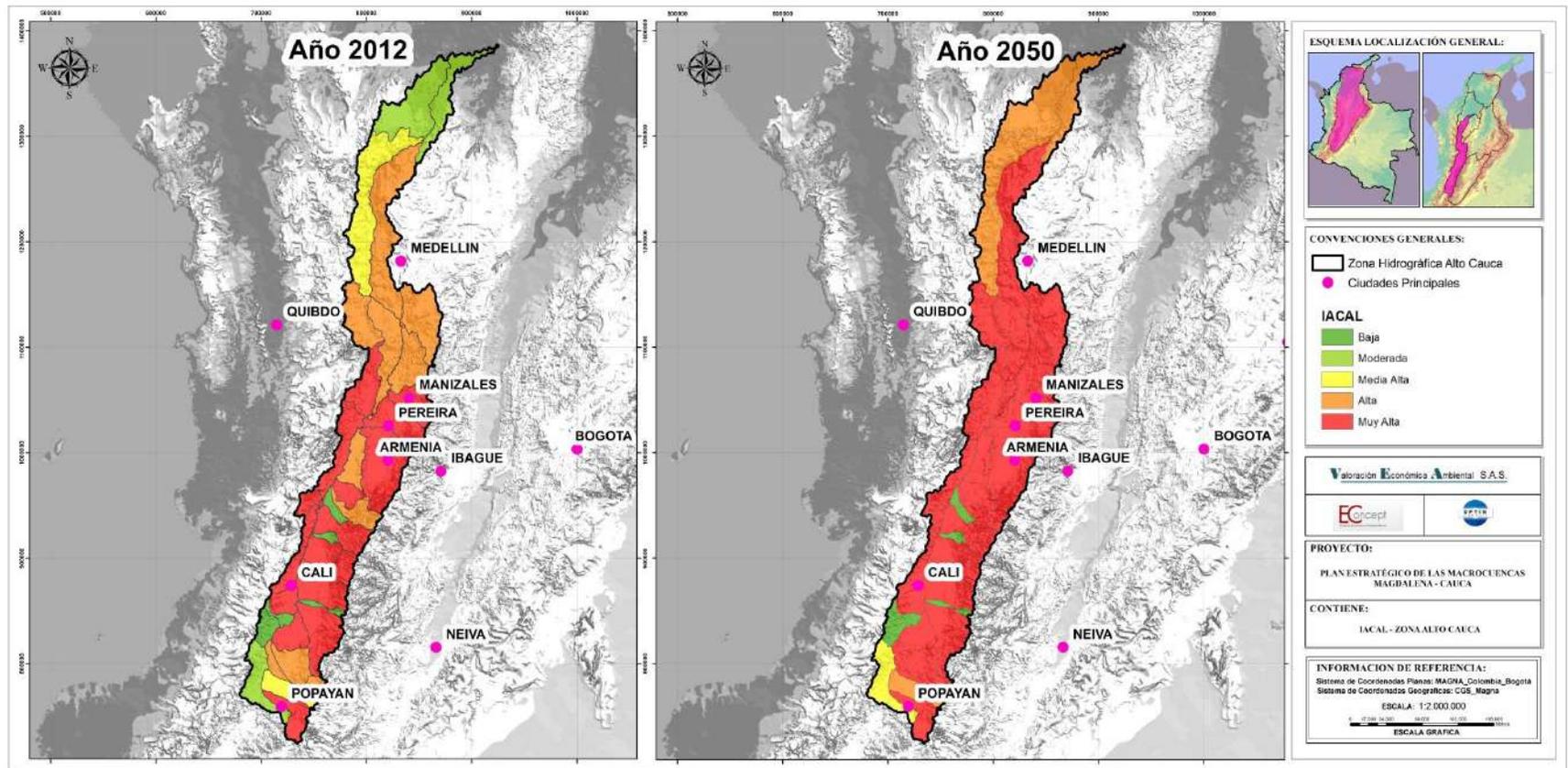
Teniendo en cuenta los valores de los descriptores de presión, se determinan las proyecciones del IACAL.

Tabla 2.53. Principales Subzonas con mayor presión IACAL Año Seco - Alto Cauca.

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	IACAL AÑO SECO 2012	Categoría	IACAL AÑO SECO 2020	Categoría	IACAL AÑO SECO 2030	Categoría	IACAL AÑO SECO 2040	Categoría	IACAL AÑO SECO 2050	Categoría
2601	Alto Río Cauca	5	Muy Alta								
2604	Río Palo	5	Muy Alta								
2607	Río Fraile y otros directos al Cauca	5	Muy Alta								
2608	Directos Río Cauca (mi)	5	Muy Alta								
2609	Río Amaime	5	Muy Alta								
2610	Río Tuluá	5	Muy Alta								
2611	Río Frío	5	Muy Alta								
2612	Río La Vieja	5	Muy Alta								
2613	Río Otún	5	Muy Alta								
2614	Río Risaralda	5	Muy Alta								
2615	Río Chinchiná	5	Muy Alta								
2628	Río Quinamayo y otros directos al Cauca	5	Muy Alta								
2630	Río Pance	5	Muy Alta								
2631	Directos al Río Cauca (mi)	5	Muy Alta								
2632	Río Cerrito y otros directos al Cauca	5	Muy Alta								
2636	Río Paila	5	Muy Alta								
2606	Río Ovejas	4	Alta	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuenas con información de (IDEAM, 2010).

Ilustración 2.61. Subzonas Hidrográficas según Categoría de IACAL Año Seco proyectado – Alto Cauca.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Con base en la información presentada, se observa que según las proyecciones para el año 2050 de la zona del Alto Cauca en un año seco, 25 de 35 subzonas presentarán condiciones de presión alta. Sin embargo, es necesario resaltar que actualmente existen 16 subzonas para las cuales la situación de presión ya se encuentra dentro de la categoría Muy Alto, lo cual evidencia la necesidad de establecer medidas o mecanismos preventivos para las demás subzonas y posibles tratamientos o controles para las subzonas críticas.

2.4.2.5 Medio Cauca

Para el análisis de la calidad del recurso hídrico en la zona del Medio Cauca, se presentan los valores de los descriptores de presión. En la siguiente tabla se observan las principales subzonas con el mayor valor de presión ambiental para DBO.

Tabla 2.54. Descriptores de presión de carga contaminante de DBO por subzona hidrográfica de Medio Cauca.

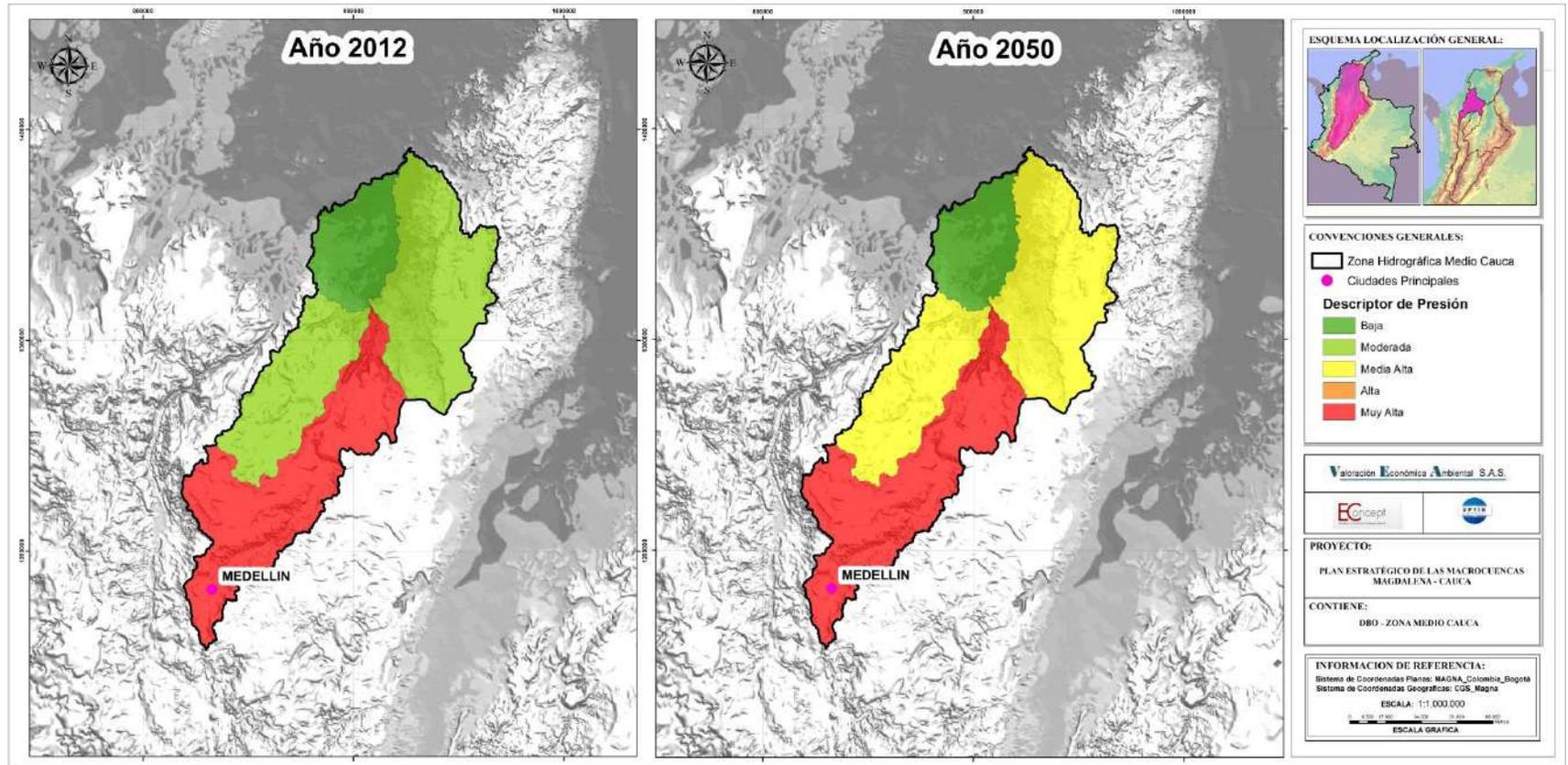
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	DBO 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2701	Río Porce	19,84	Muy Alta	25,15	Muy Alta	33,48	Muy Alta	43,60	Muy Alta	56,00	Muy Alta
2702	Alto Nechí	0,26	Moderada	0,33	Moderada	0,45	Media Alta	0,60	Media Alta	0,77	Media Alta
2703	Bajo Nechí	0,27	Moderada	0,34	Moderada	0,44	Media Alta	0,56	Media Alta	0,71	Media Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la tabla anterior se evidencia que la subzona correspondiente al Río Porce cuenta con la mayor presión ambiental respecto al parámetro de DBO (56 ton/año/MMC). Lo anterior es consecuente con el alto índice de concentración poblacional para esta subzona (97%) y la producción de materia orgánica asociada al número de habitantes.

Adicionalmente, se observa que la condición actual de presión que existe sobre la subzona en mención se encuentra dentro de la categoría más alta de presión, lo cual podría generar restricciones de uso. La representación gráfica de la presión ambiental por DBO de todas las subzonas hidrográficas del Medio Cauca se muestra en la siguiente Ilustración.

Ilustración 2.62. Proyecciones de carga contaminante de DBO por subzona hidrográfica de Medio Cauca.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

A partir de la Ilustración anterior se observa que sólo una de las cuatro subzonas de Medio Cauca no tendrá un nivel de presión alto, lo anterior se relaciona con los aportes asociados al sector doméstico y el industrial. Adicionalmente, las subzonas con mayor presión corresponden a las subzonas del Río Porce, Bajo Nechí y Alto Nechí, en las cuales se ubican capitales y ciudades principales, las cuales cuentan con un alto número de habitantes.

Con relación al descriptor asociado al DQO-DBO, la siguiente tabla presenta la información correspondiente.

Tabla 2.55. Descriptores de presión de carga contaminante de DQO-DBO por subzona hidrográfica de Medio Cauca.

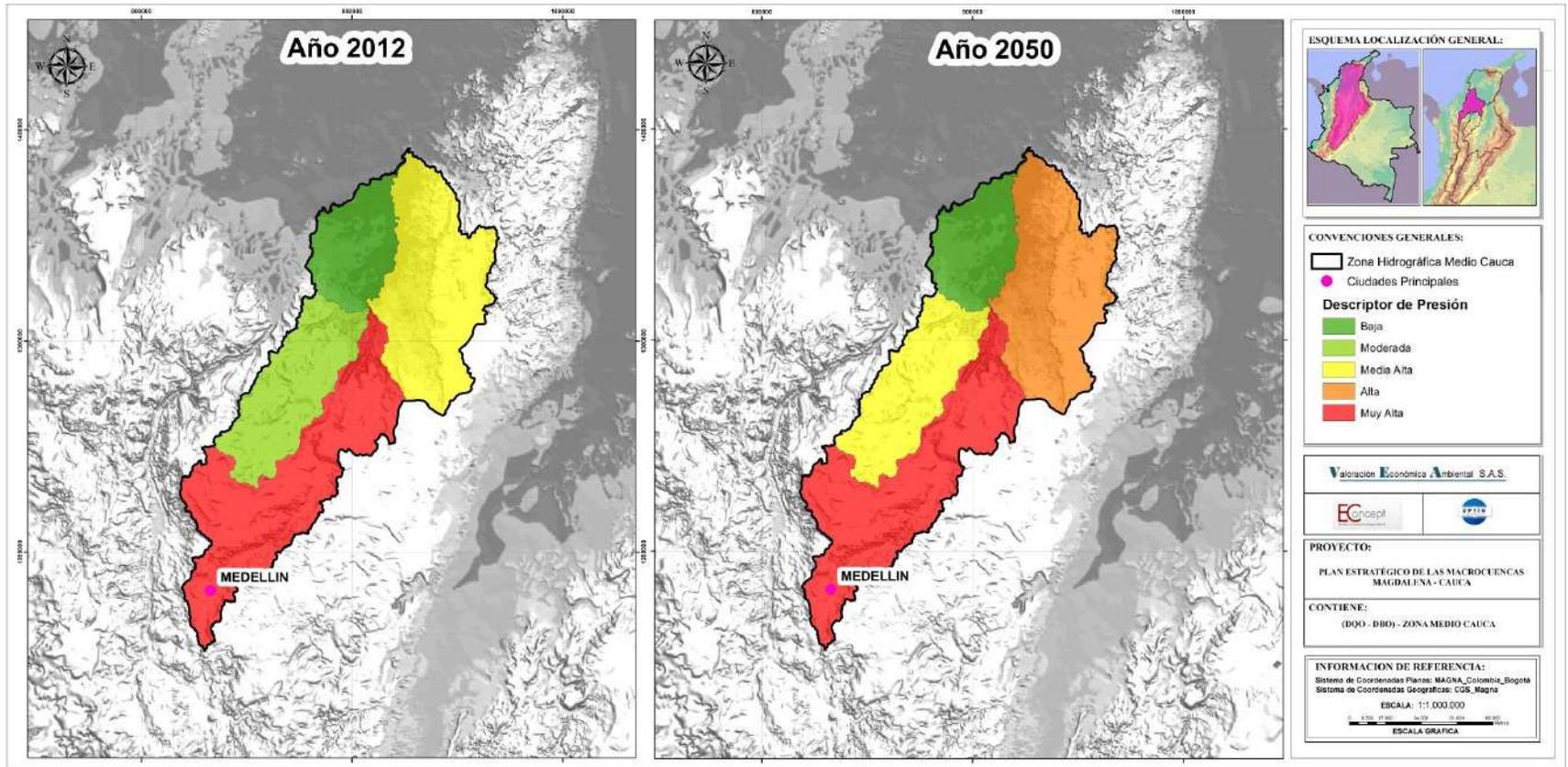
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	DQO-DBO 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2701	Río Porce	18,47	Muy Alta	25,60	Muy Alta	38,04	Muy Alta	55,40	Muy Alta	79,52	18,47
2703	Bajo Nechí	0,55	Media Alta	0,71	Media Alta	1,01	Media Alta	1,41	Alta	1,96	0,55
2702	Alto Nechí	0,21	Moderada	0,30	Moderada	0,46	Media Alta	0,69	Media Alta	1,00	0,21

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

La subzona con mayor presión por este indicador corresponde al Río Porce (18,47 ton/año/MMC), lo cual es coherente con el alto nivel de desarrollo industrial y la concentración de la mayor parte de la población de esta zona.

La siguiente ilustración muestra las categorías de presión para todas las subzonas del Medio Cauca.

Ilustración 2.63. Descriptores de presión de carga contaminante de DQO-DBO por subzona hidrográfica de Medio Cauca.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la anterior ilustración se observa la presión que se ejerce sobre las subzonas del Río Porce (18,47 ton/año/MMC).

Para el análisis de SST, se presenta la siguiente información.

Tabla 2.56. Descriptores de presión de Sólidos Suspendidos Totales (SST) por subzona hidrográfica de Medio Cauca

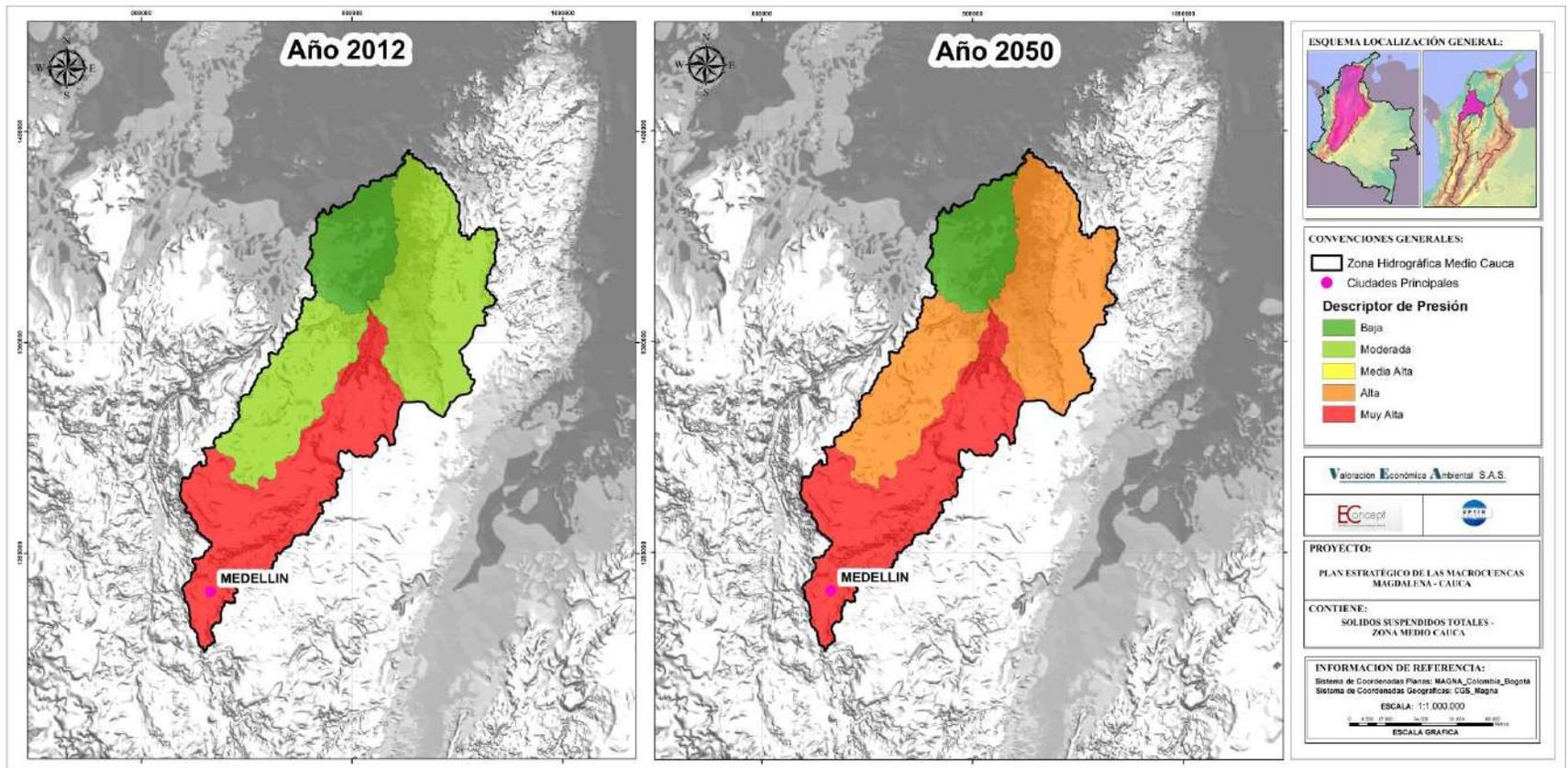
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	SST 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2701	Río Porce	36,60	Muy Alta	55,18	Muy Alta	86,40	Muy Alta	131,60	Muy Alta	197,40	Muy Alta
2703	Bajo Nechí	0,70	Moderada	1,03	Media Alta	1,60	Media Alta	2,30	Alta	3,50	Alta
2702	Alto Nechí	0,60	Moderada	0,91	Media Alta	1,40	Media Alta	2,20	Alta	3,30	Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

La tabla anterior presenta las subzonas con mayor presión por SST. Se observa que la subzona del Río Porce (197,4 ton/año/MMC), al igual que para el análisis de las presiones por DBO y DQO-DBO, es la más afectada.

A continuación se muestra la información de las categorías de todas las subzonas para el descriptor de presión de SST.

Ilustración 2.64. Descriptores de presión de Sólidos Suspendedos Totales (SST) por subzona hidrográfica de Medio Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

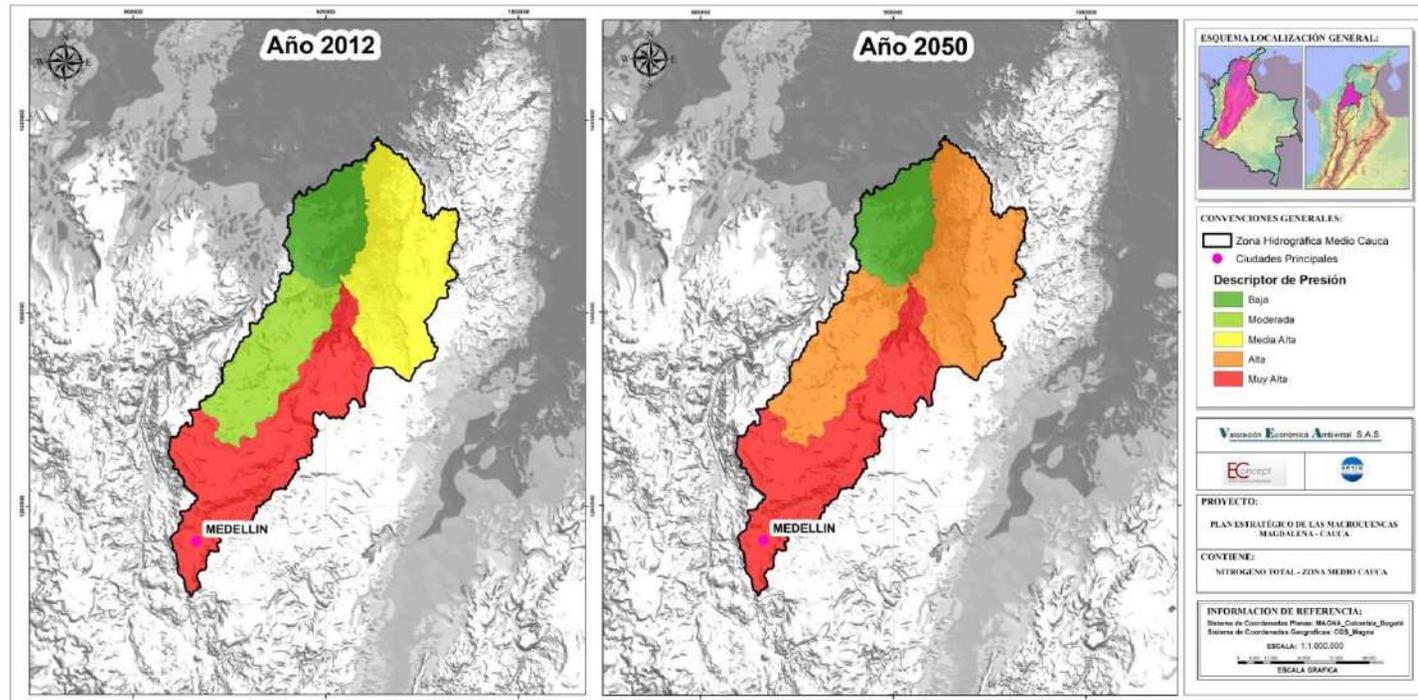
Con relación al Nitrógeno Total y al Fósforo Total, las proyecciones se presentan a continuación.

Tabla 2.57. Descriptores de presión de Nitrógeno Total (NT) por subzona hidrográfica de Medio Cauca

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	NT 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2701	Río Porce	4,95	Muy Alta	8,22	Muy Alta	13,65	Muy Alta	21,58	Muy Alta	33,02	Muy Alta
2702	Alto Nechí	0,06	Moderada	0,10	Media Alta	0,17	Alta	0,27	Alta	0,42	Alta
2703	Bajo Nechí	0,06	Media Alta	0,10	Media Alta	0,16	Alta	0,26	Alta	0,39	Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Ilustración 2.65. Descriptores de presión de Nitrógeno Total (NT) por subzona hidrográfica de Medio Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

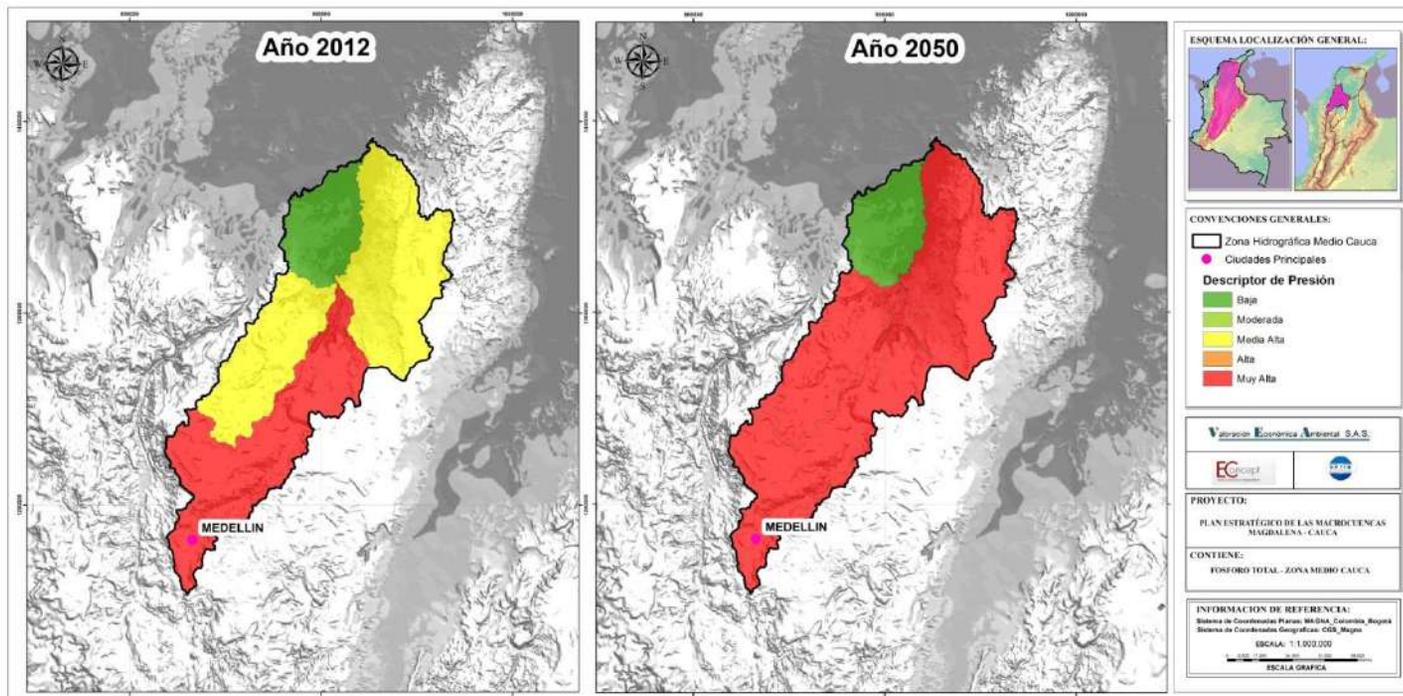
Los valores asociados al Fósforo Total y la presión ejercida por éste elemento se presentan a continuación.

Tabla 2.58. Descriptores de presión de Fósforo Total (FT) por subzona hidrográfica de Medio Cauca

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	FT 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2701	Río Porce	2,24	Muy Alta	4,65	Muy Alta	8,90	Muy Alta	15,69	Muy Alta	26,25	Muy Alta
2702	Alto Nechí	0,03	Media Alta	0,06	Alta	0,12	Alta	0,21	Muy Alta	0,35	Muy Alta
2703	Bajo Nechí	0,03	Media Alta	0,06	Alta	0,11	Alta	0,20	Muy Alta	0,33	Muy Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Ilustración 2.66. Descriptores de presión de Fósforo Total (FT) por subzona hidrográfica de Medio Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Con base en la información anteriormente presentada, se observa que el Medio Cauca tiene 3 subzonas en las cuales se presentará un nivel de presión Muy Alto por Nitrógeno y Fósforo, lo cual se encuentra relacionado con el desarrollo económico de ésta región y la relevancia de los diferentes sectores analizados. Adicionalmente, como ya se mencionó, el alto número de habitantes que se localiza en la zona, influye en las cargas presentadas de estos descriptores de presión por las características fisicoquímicas de los vertimientos domésticos.

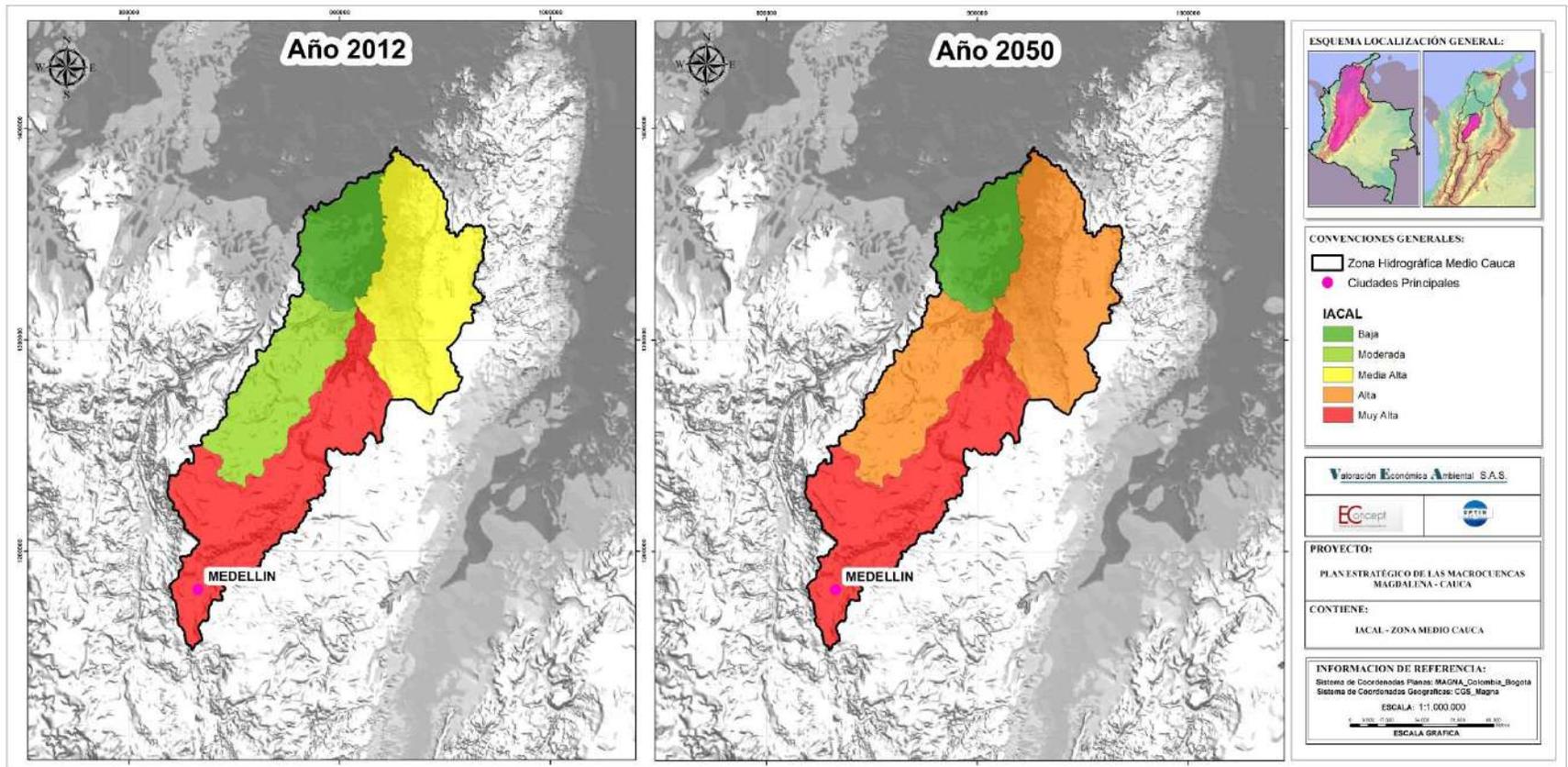
Teniendo en cuenta los valores de los descriptores de presión, se determinan las proyecciones del IACAL.

Tabla 2.59. Subzonas IACAL Año Seco - Medio Cauca.

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	IACAL AÑO SECO 2012	Categoría	IACAL AÑO SECO 2020	Categoría	IACAL AÑO SECO 2030	Categoría	IACAL AÑO SECO 2040	Categoría	IACAL AÑO SECO 2050	Categoría
2701	Río Porce	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2703	Bajo Nechí	3	Media Alta	3	Media Alta	3	Media Alta	4	Alta	4	Alta
2702	Alto Nechí	2	Moderada	3	Media Alta	3	Media Alta	4	Alta	4	Alta
2704	Directos al Bajo Nechí	1	Baja	1	Baja	1	Baja	1	Baja	1	Baja

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Ilustración 2.67. Subzonas Hidrográficas según Categoría de IACAL Año Seco proyectado – Medio Cauca.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Teniendo en cuenta la información presentada, se observa que las proyecciones para el año 2050 de la zona del Medio Cauca en un año seco, indican que la subzona de Río Porce en la que se encuentra la ciudad de Medellín presentará condiciones de presión Muy Alta, lo cual evidencia la necesidad de establecer medidas o mecanismos preventivos para las demás subzonas y posibles tratamientos o controles para las subzonas críticas. Cabe resaltar que la subzona de Directos al Bajo Nechí se encuentra con niveles de presión bajos, debido a que en ésta subzona se encuentra un área relacionada con una reserva natural.

2.4.2.6 Bajo Cauca

Para el análisis de la calidad del recurso hídrico en la zona del Bajo Cauca se presentan los valores de los descriptores de presión. En la siguiente tabla se observan las principales subzonas con el mayor valor de presión ambiental para DBO.

Tabla 2.60. Descriptores de presión de carga contaminante de DBO por subzona hidrográfica de Bajo Cauca.

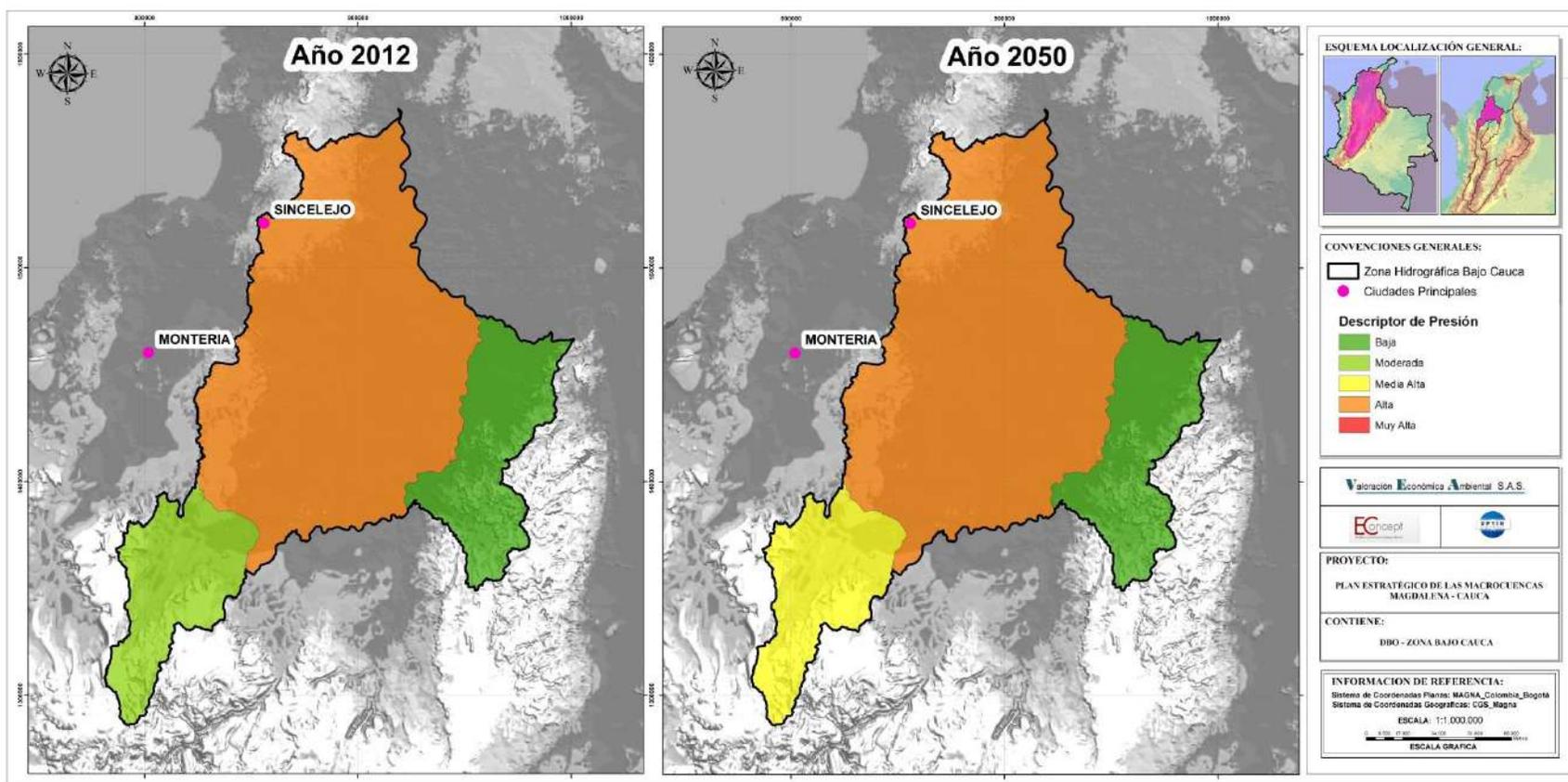
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	DBO 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	DBO 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	1,47	Alta	1,87	Alta	2,50	Alta	3,27	Alta	4,20	Alta
2501	Alto San Jorge	0,21	Moderada	0,26	Moderada	0,33	Moderada	0,43	Media Alta	0,54	Media Alta
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	0,07	Baja	0,08	Baja	0,08	Baja	0,09	Baja	0,09	Baja

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la tabla anterior se evidencia que la subzona correspondiente al Bajo San Jorge- La Mojana cuenta con la mayor presión ambiental respecto al parámetro de DBO (4,2 ton/año/MMC). Lo anterior es consecuente con el alto índice de concentración poblacional para esta subzona (88,9%) y la producción de materia orgánica asociada al número de habitantes.

Adicionalmente, se observa que la condición actual de presión que existe sobre la subzona en mención se encuentra dentro de la categoría más alta de presión, lo cual podría generar restricciones de uso. La representación gráfica de la presión ambiental por DBO de todas las subzonas hidrográficas del Bajo Cauca se muestra en la siguiente Ilustración.

Ilustración 2.68. Descriptores de presión de carga contaminante de DBO por subzona hidrográfica de Bajo Cauca.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Como se observa en la ilustración anterior, en la zona del Bajo Cauca las proyecciones indican que las subzonas se encontrarán en categorías de presión entre Baja y Alta, lo cual se ocasiona principalmente por los aportes asociados al sector doméstico, por el alto número de habitantes de ciudades como Sincelejo.

Con relación al descriptor asociado al DQO-DBO, la siguiente tabla presenta la información correspondiente.

Tabla 2.61. Descriptores de presión de carga contaminante de DQO-DBO por subzona hidrográfica de Bajo Cauca.

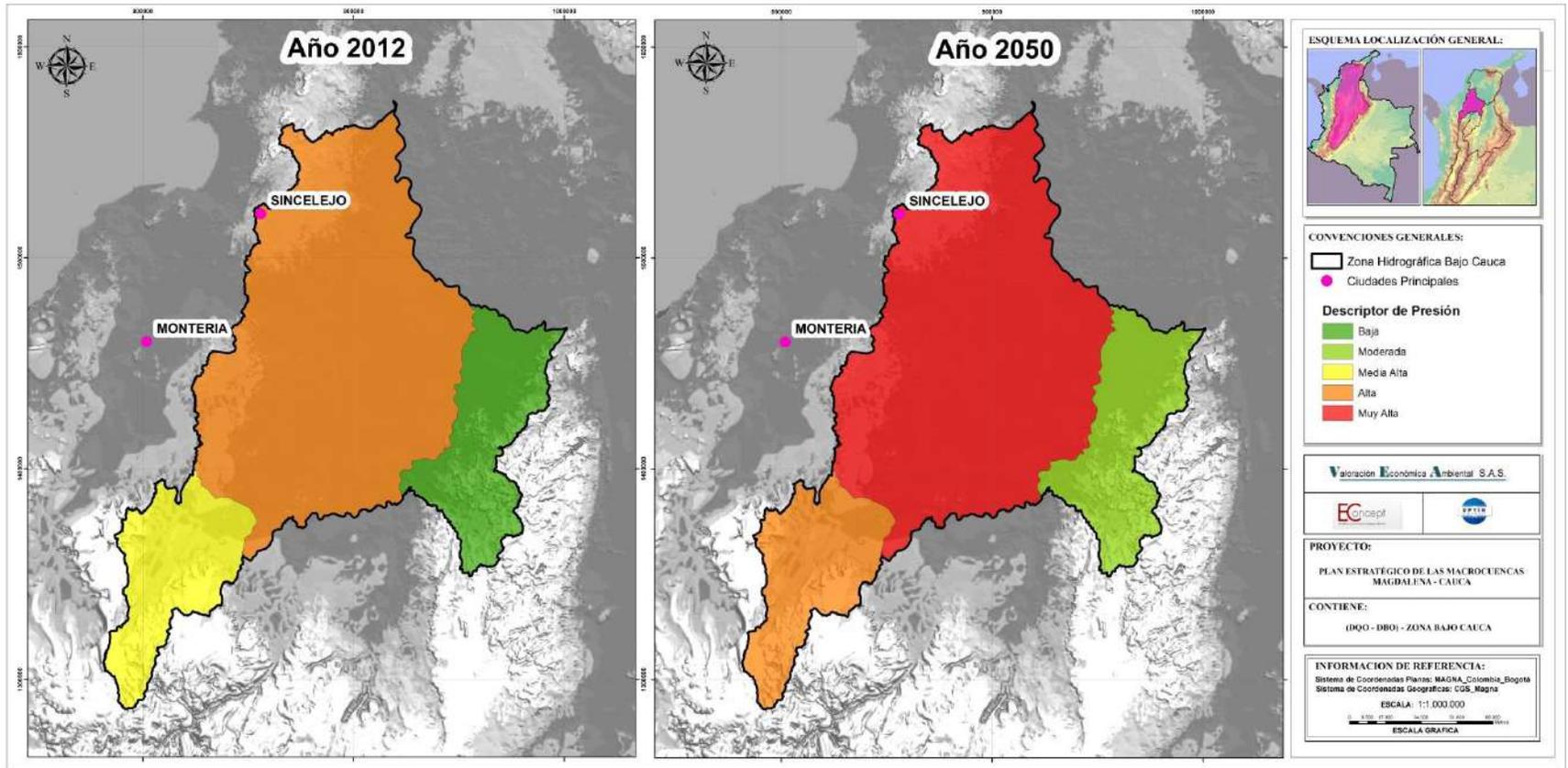
Código Subzona	Subzona Hidrográfica	DQO-DBO 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	DQO-DBO 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	1,89	Alta	2,61	Alta	3,83	Alta	5,52	Alta	7,85	Muy Alta
2501	Alto San Jorge	0,42	Media Alta	0,52	Media Alta	0,70	Media Alta	0,96	Media Alta	1,30	Alta
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	0,13	Baja	0,14	Moderada	0,15	Moderada	0,16	Moderada	0,17	Moderada

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

La subzona con mayor presión por este indicador corresponde al Bajo San Jorge- La Mojana (7,85 ton/año/MMC), lo cual es coherente con el alto la concentración de la mayor parte de la población de esta zona.

La siguiente ilustración muestra las categorías de presión para todas las subzonas del Bajo Cauca.

Ilustración 2.69. Descriptores de presión de carga contaminante de DQO-DBO por subzona hidrográfica de Bajo Cauca.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta la anterior ilustración se observa la presión que se ejerce sobre las subzonas del Bajo San Jorge - La Mojana en la cual se encuentra la ciudad de Sincelejo es la que presenta la mayor presión por DQO-DBO.

Para el análisis de SST, se presenta la siguiente información.

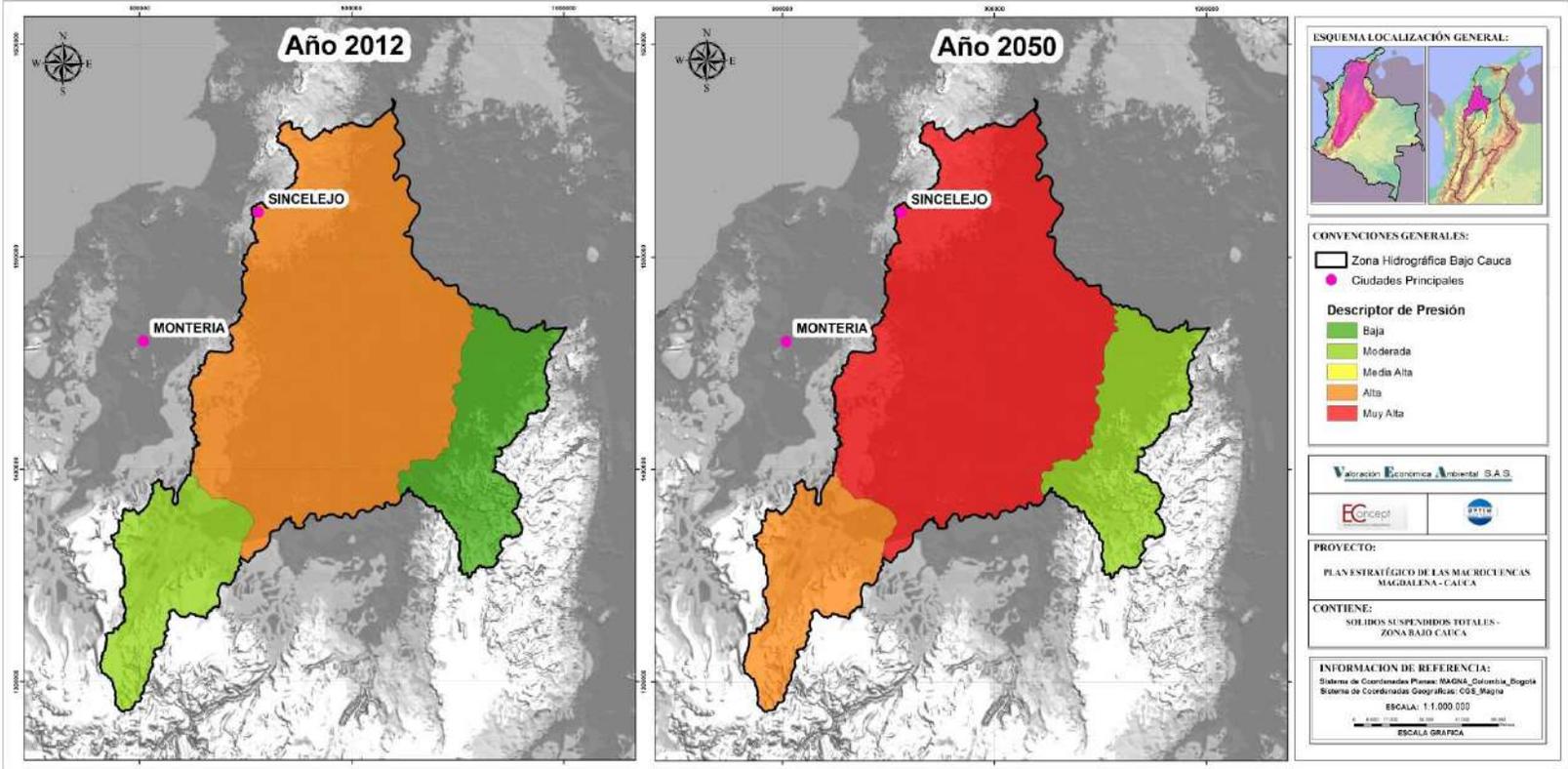
Tabla 2.62. Descriptores de presión de Sólidos Suspendidos Totales (SST) por subzona hidrográfica de Bajo Cauca

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	SST 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	SST 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	3,4	Alta	5,1	Alta	8,0	Muy Alta	12,2	Muy Alta	18,3	Muy Alta
2501	Alto San Jorge	0,6	Moderada	0,8	Media Alta	1,3	Media Alta	2,0	Alta	2,9	Alta
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	0,2	Baja	0,2	Baja	0,3	Baja	0,4	Moderada	0,5	Moderada

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Con base en la información anterior se observa que la subzona Directos Bajo Cauca. Cga La Raya presenta valores muy bajos en comparación con la subzona de Bajo San Jorge- La Mojana, lo cual se debe principalmente a la distribución de la población. A continuación se muestra la información de las categorías de todas las subzonas para el descriptor de presión de SST.

Ilustración 2.70. Descriptores de presión de Sólidos Suspendedos Totales (SST) por subzona hidrográfica de Bajo Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

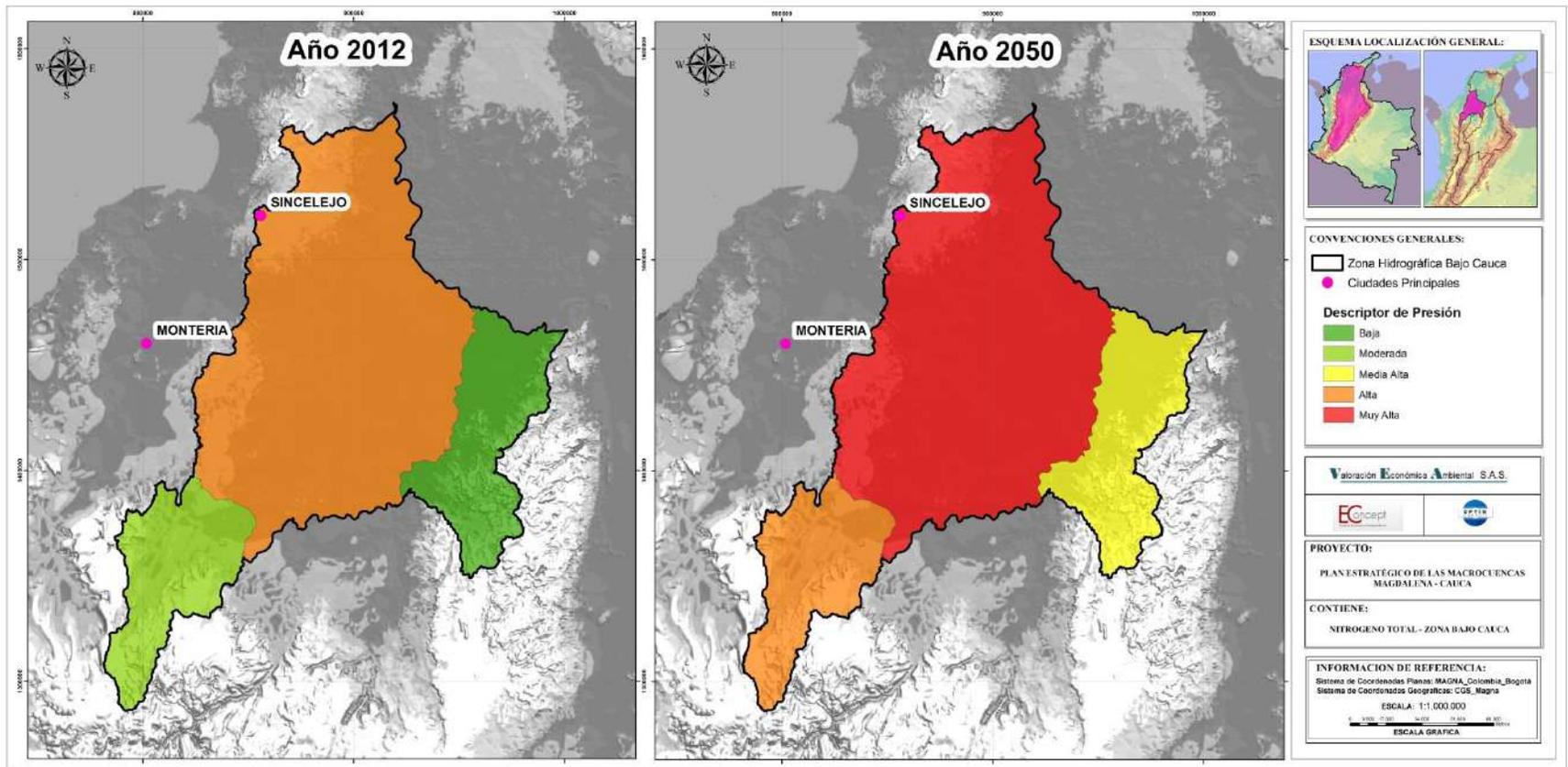
Con relación al Nitrógeno Total y al Fósforo Total, las proyecciones se presentan a continuación.

Tabla 2.63. Descriptores de presión de Nitrógeno Total (NT) por subzona hidrográfica de Bajo Cauca

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	NT 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	NT 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	0	Alta	1	Muy Alta	1	Muy Alta	2	Muy Alta	2	Muy Alta
2501	Alto San Jorge	0	Moderada	0	Media Alta	0	Media Alta	0	Alta	0	Alta
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	0	Baja	0	Baja	0	Baja	0	Moderada	0	Moderada

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Ilustración 2.71. Descriptores de presión de Nitrógeno Total (NT) por subzona hidrográfica de Bajo Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

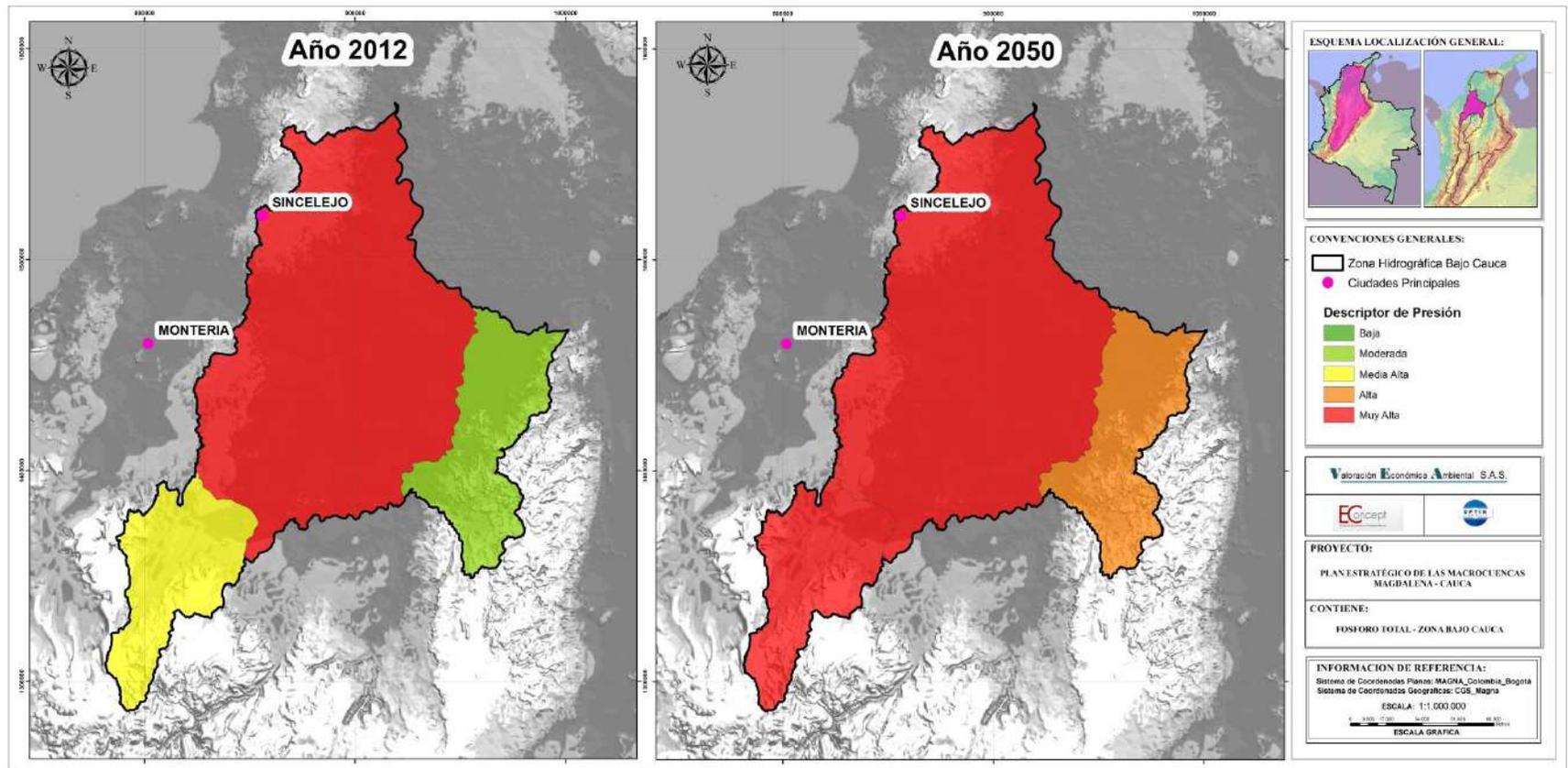
Tabla 2.64. Descriptores de presión de Fósforo Total (FT) por subzona hidrográfica de Bajo Cauca

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	FT 2012 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2020 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2030 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2040 (ton/año/MMC)	Categoría	FT 2050 (ton/año/MMC)	Categoría
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	0,15	Muy Alta	0,33	Muy Alta	0,63	Muy Alta	1,13	Muy Alta	1,90	Muy Alta
2501	Alto San Jorge	0,02	Media Alta	0,05	Alta	0,09	Alta	0,15	Muy Alta	0,25	Muy Alta
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	0,01	Moderada	0,01	Moderada	0,02	Media Alta	0,04	Media Alta	0,05	Alta

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Los valores asociados al Fósforo Total y la presión ejercida por éste elemento se presentan a continuación.

Ilustración 2.72. Descriptores de presión de Fósforo Total (FT) por subzona hidrográfica de Bajo Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

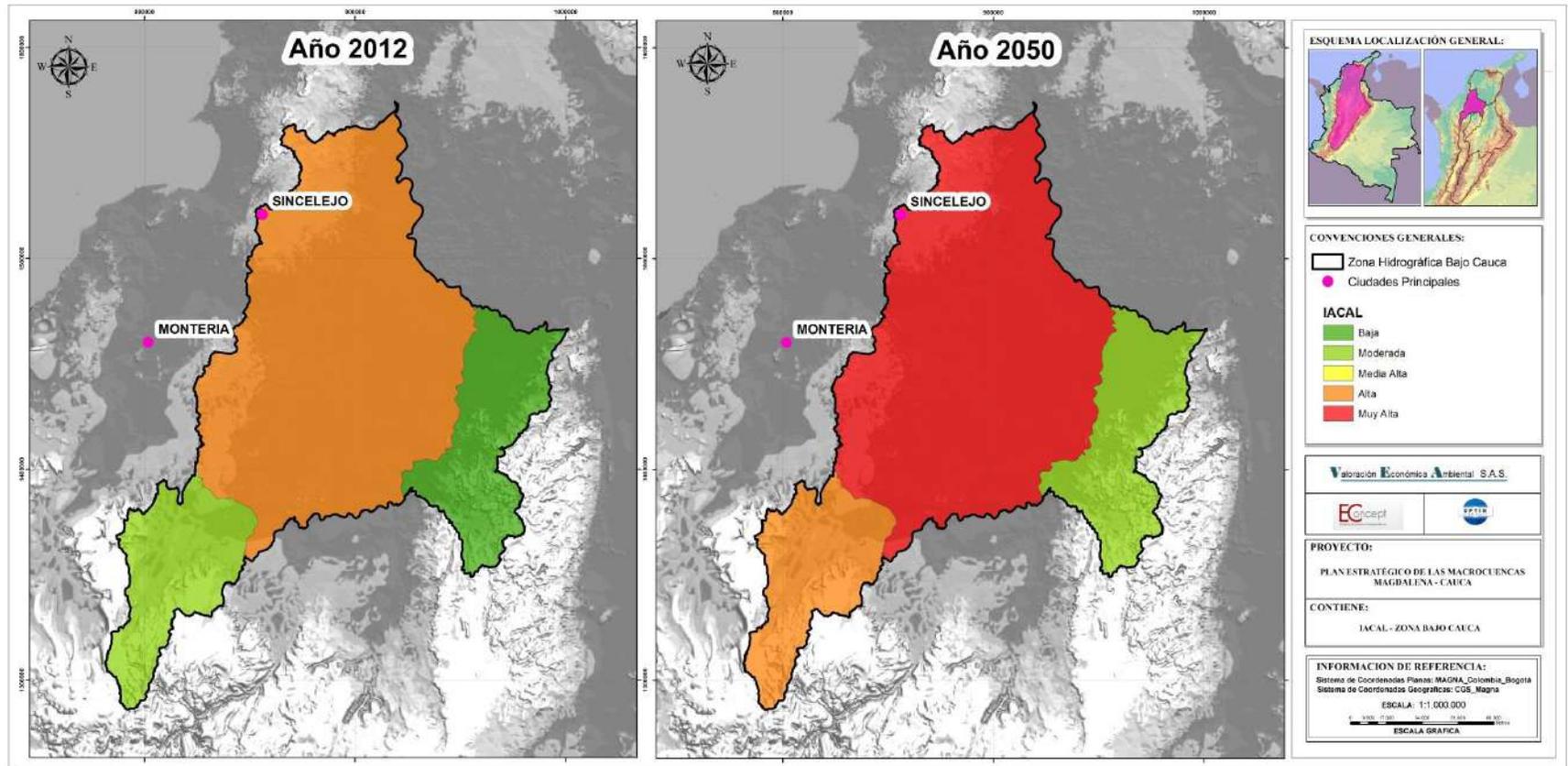
Con base en la información anteriormente presentada, se observa que el Bajo Cauca tiene un nivel de presión Muy alto por Nitrógeno y Fósforo en dos de las tres subzonas, lo cual se encuentra relacionado con el desarrollo económico de ésta región y la relevancia de los diferentes sectores analizados. Teniendo en cuenta los valores de los descriptores de presión, se determinan las proyecciones del IACAL.

Tabla 2.65. Principales Subzonas con mayor presión IACAL Año Seco - Bajo Cauca.

Código Subzona	Subzona Hidrográfica	IACAL AÑO SECO 2012	Categoría	IACAL AÑO SECO 2020	Categoría	IACAL AÑO SECO 2030	Categoría	IACAL AÑO SECO 2040	Categoría	IACAL AÑO SECO 2050	Categoría
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	4	Alta	4	Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta	5	Muy Alta
2501	Alto San Jorge	2	Moderada	3	Media Alta	3	Media Alta	4	Alta	4	Alta
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	1	Baja	1	Baja	2	Moderada	2	Moderada	2	Moderada

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Ilustración 2.73. Subzonas Hidrográficas según Categoría de IACAL Año Seco proyectado – Bajo Cauca.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Teniendo en cuenta la información presentada, se observa que las proyecciones para el año 2050 para el IACAL indican que la zona de Bajo Cauca tendrá un nivel de presión Alto y Muy Alto en las subzonas de Bajo San Jorge - La Mojana, en la cual se encuentra la principal ciudad del Bajo Cauca y Altos de San Jorge. Lo anterior es consistente con la información determinada para los demás descriptores de presión.

Finalmente, en la Tabla 2.66 se presentan las cinco subzonas hidrográficas con mayor presión según descriptor y su valor correspondiente.

Tabla 2.66. Subzonas hidrográficas con mayor presión ambiental en la Macrocuenca Magdalena- Cauca.

Descriptor de Presión	Zona	Subzona Hidrográfica	Ciudad principal asociada	Valor (mg/L)	Valor (ton/año)	Valor SZH/Valor Total Zona
DBO	Alto Magdalena	Río Bogotá	Bogotá	715	533.691	29,0%
	Medio Cauca	Río Porce	Medellín	56	216.924	11,8%
	Bajo Magdalena	Directos al Bajo Magdalena (mi)	Barranquilla	264	118.356	6,4%
	Alto Cauca	Río Pance	Cali	341	83.555	4,5%
	Alto Cauca	Río La Vieja	Armenia	51	72.715	4,0%
DQO-DBO	Alto Magdalena	Río Bogotá	Bogotá	2.072	1.546.188	31,5%
	Medio Cauca	Río Porce	Medellín	136	524.982	10,7%
	Bajo Magdalena	Directos al Bajo Magdalena (mi)	Barranquilla	741	332.565	6,8%
	Medio Magdalena	Río Lebrija	Bucaramanga	46	241.045	4,9%
	Alto Cauca	Río Pance	Cali	878	215.248	4,4%
SST	Alto Magdalena	Río Bogotá	Bogotá	2.374	1.771.132	28,1%
	Medio Cauca	Río Porce	Medellín	197	764.682	12,1%
	Bajo Magdalena	Directos al Bajo Magdalena (mi)	Barranquilla	1.167	523.853	8,3%
	Alto Cauca	Río Pance	Cali	1.352	331.332	5,2%
	Medio Magdalena	Río Lebrija	Bucaramanga	58	300.470	4,8%
NT	Alto Magdalena	Río Bogotá	Bogotá	0,44	326.960	31,4%
	Medio Cauca	Río Porce	Medellín	0,03	127.898	12,3%
	Bajo Magdalena	Directos al Bajo Magdalena (mi)	Barranquilla	0,17	75.439	7,2%
	Alto Cauca	Río Pance	Cali	0,24	58.434	5,6%
	Medio Magdalena	Río Lebrija	Bucaramanga	0,01	47.665	4,6%
FT	Alto Magdalena	Río Bogotá	Bogotá	339	252.883	30,3%
	Medio Cauca	Río Porce	Medellín	26	101.673	12,2%
	Bajo Magdalena	Directos al Bajo Magdalena (mi)	Barranquilla	121	54.247	6,5%
	Alto Cauca	Río Pance	Cali	178	43.506	5,2%
	Medio Magdalena	Río Lebrija	Bucaramanga	7	38.840	4,7%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

En la siguiente tabla se presenta por categoría de IACAL el número de subzonas según el estado actual y las proyecciones realizadas.

Tabla 2.67. Cambios de categoría de IACAL entre 2012 y 2050.

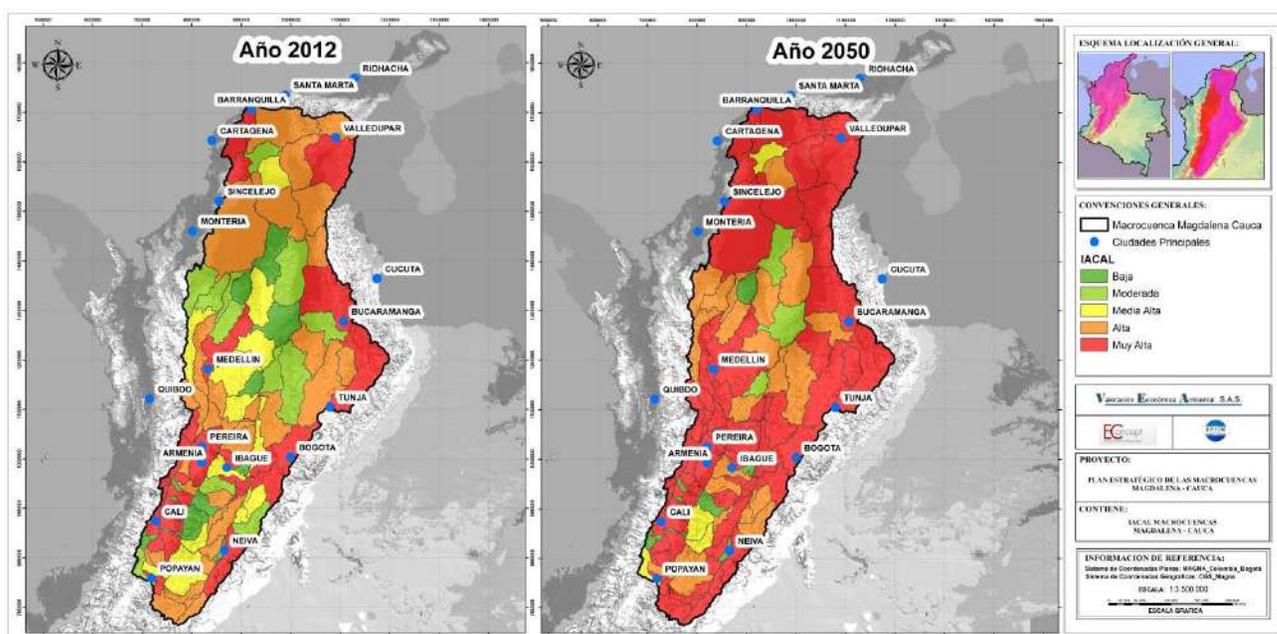
		IACAL 2050					Total
		Baja	Moderada	Media Alta	Alta	Muy Alta	
IACAL 2012	Baja	9	3	1			13
	Moderada			2	10	3	15
	Media Alta			1	10		11
	Alta				1	32	33
	Muy Alta					31	31
	Total	9	3	4	21	66	103

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Con base en la tabla anterior, se observa que el mayor número de subzonas se encontraba dentro de la categoría Muy Alto y permaneció en esta categoría. Adicionalmente, de las 13 subzonas que se encontraban en categoría Baja, 4 pasaron a categorías de Moderada y Media Alta.

En la siguiente ilustración se presentan según categoría del IACAL las subzonas hidrográficas de la Macrocuenca.

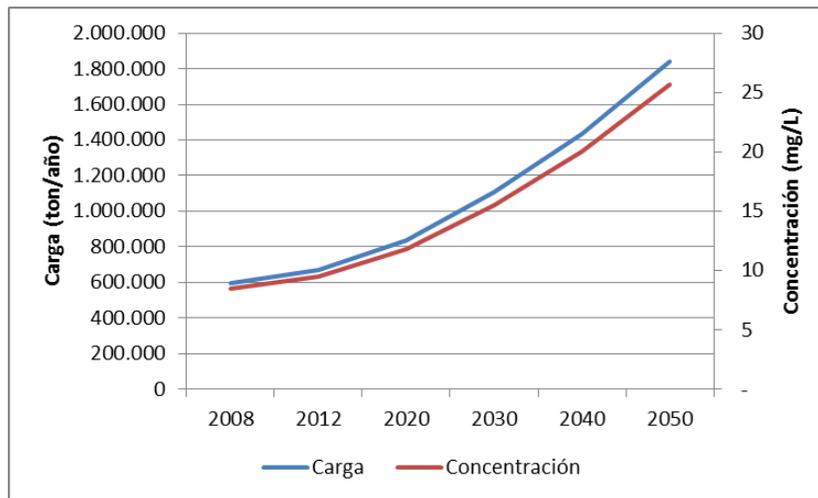
Ilustración 2.74. IACAL Macrocuenca Magdalena Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Así mismo, en las siguientes ilustraciones se presenta por descriptor de presión el valor de carga y concentración de la Macrocuenca entre el 2008 y 2050.

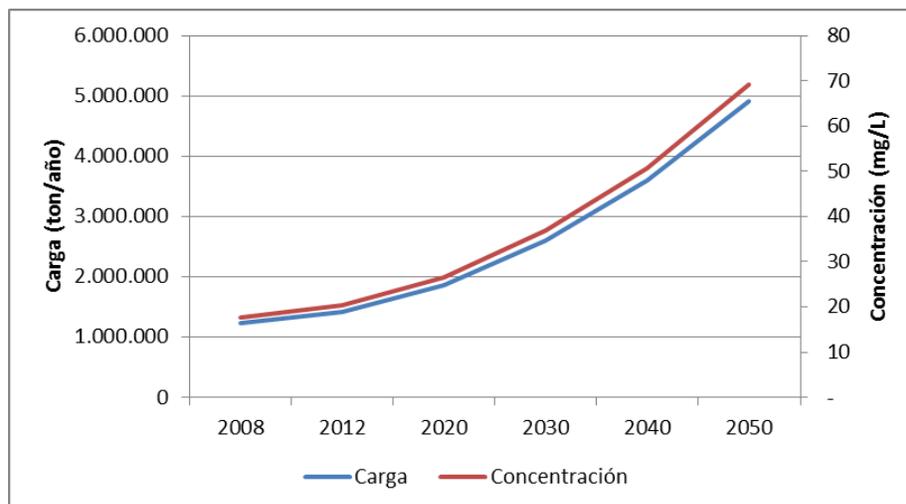
Ilustración 2.75. Proyecciones de carga y concentración Macrocuenca Magdalena Cauca -DBO



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Con base en la Ilustración 2.75 y en la Ilustración 2.76, se observa que la concentración de DBO se encuentra entre 9 y 25 mg/L aproximadamente, lo cual indica un alto contenido de materia orgánica. Adicionalmente, se observa que para el año 2050, las fuentes hídricas de la Macrocuenca recibirán cerca de 2 millones de toneladas de DBO y más de 5 millones de toneladas de DQO.

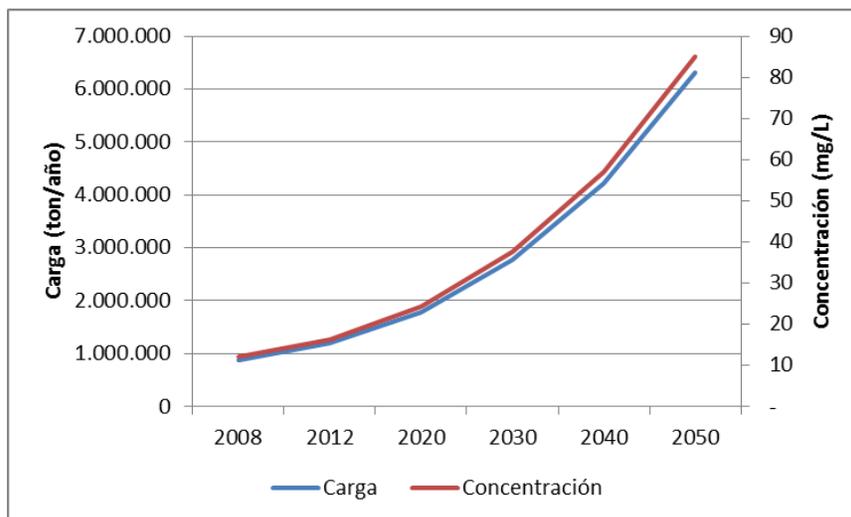
Ilustración 2.76. Proyecciones de carga y concentración Macrocuenca Caribe -DQO-DBO



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Con relación a los parámetros de Sólidos Suspendidos Totales, Nitrógeno Total y Fósforo Total, en las siguientes ilustraciones se muestran las cargas y concentraciones proyectadas para la Macrocuenca.

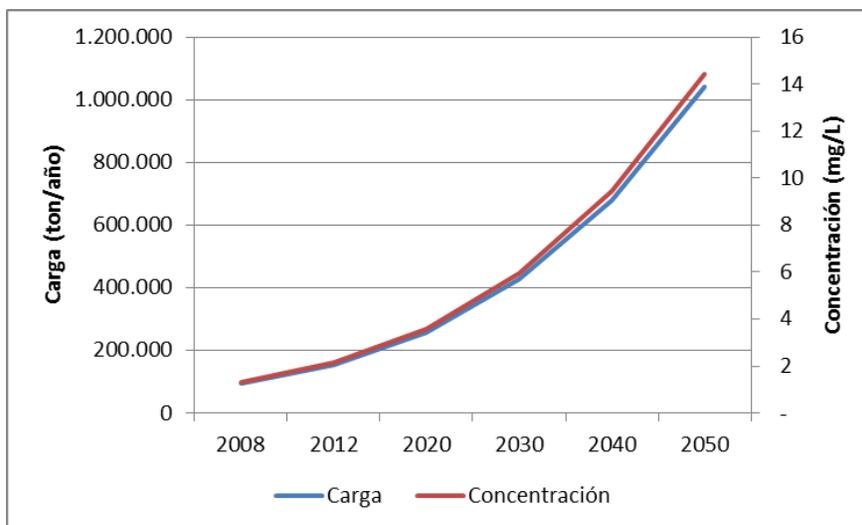
Ilustración 2.77. Proyecciones de carga y concentración Macrocuena Caribe -SST



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

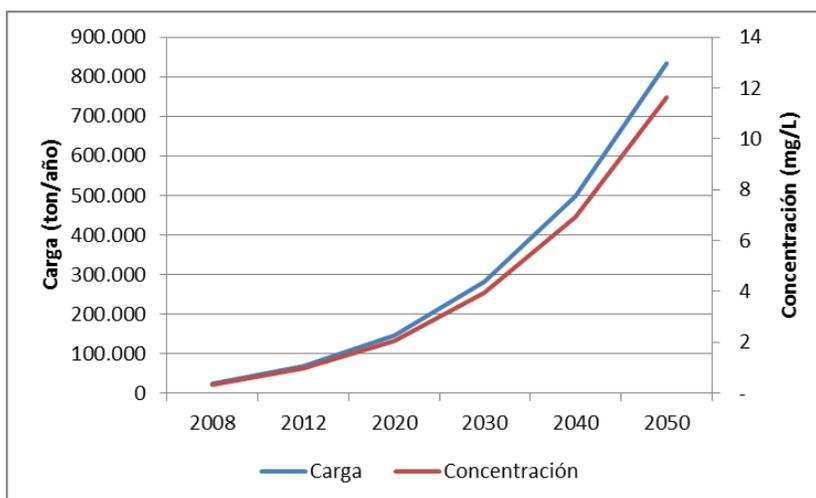
Con base en la ilustración anterior, se observa que el aporte en SST para el año 2050 en la Macrocuena estará alrededor de 1.000.000 de toneladas.

Ilustración 2.78. Proyecciones de carga y concentración Macrocuena Caribe -NT



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Ilustración 2.79. Proyecciones de carga y concentración Macrocuena Caribe -FT



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Con base en las ilustraciones anteriores se observa que la Macrocuena recibirá cargas de más de 800.000 toneladas de Nitrógeno y Fósforo para el año 2050.

Así mismo, en la Tabla 2.68, se muestran las cinco subzonas en toda la Macrocuena que cuentan con el mayor IACAL proyectado.

Tabla 2.68. Subzonas con mayor Índice de Alteración Potencial del Agua para el año 2050.

Zona	Subzona Hidrográfica
Alto Magdalena	Río Bogotá
Alto Cauca	Río Pance
Bajo Magdalena	Directos al Bajo Magdalena (mi)
Alto Cauca	Río Cerrito y otros directos al Cauca
Alto Cauca	Río Amaime

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010).

Con base en la información presentada anteriormente, se observa que las subzonas hidrográficas que tienen el mayor Índice de Alteración Potencial del Agua son las subzonas del Río Bogotá, el Río Pance, Directos al Bajo Magdalena (mi), Río Cerrito y Otros directos al Cauca y el Río Amaime, las cuales corresponden a las subzonas en las cuales se encuentran las ciudades de Bogotá, Cali y Barranquilla y sus respectivos corredores industriales.

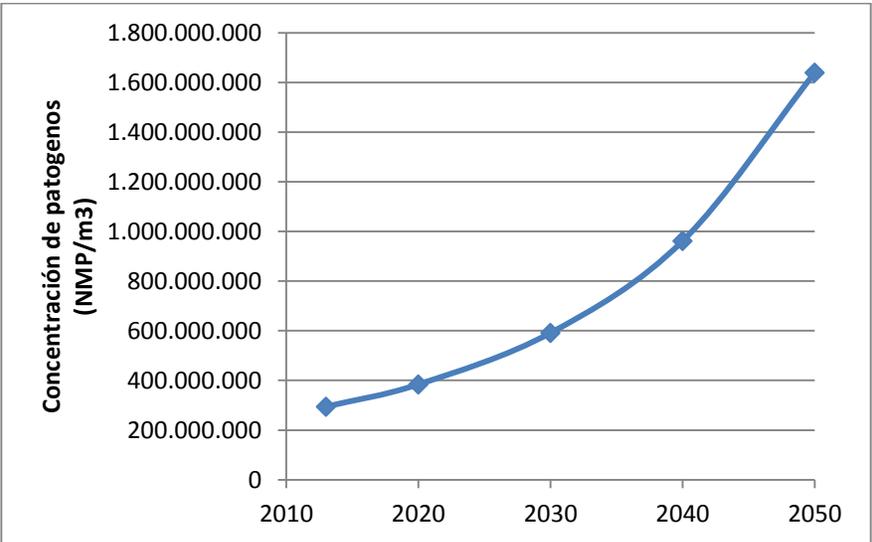
En conclusión, el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL) incrementa para la gran parte de las subzonas de la Macrocuena. En el 64% de las subzonas se evidencia la transición de una categoría de Moderada o Alta a una categoría de Muy Alta. Esto es consecuencia de tan alto número de habitantes que se localizan en las zonas, ya que tienen una gran influencia en las cargas

presentadas de estos descriptores de presión por las características fisicoquímicas de los vertimientos domésticos. Las proyecciones obtenidas del IACAL demuestran la necesidad de establecer medidas preventivas para las subzonas que todavía no han alcanzado un nivel Alto, y posibles métodos de tratamiento y mitigación para las subzonas críticas.

2.4.2.7 Patógenos potenciales totales por subzona

La concentración de patógenos en el agua va aumentar exponencialmente, pasando de 294 millones de patógenos/m³ a 1640 millones de patógenos/m³. Esta concentración resulta bastante alta comparada con la concentración de coliformes máxima admisible para el riego de cultivos (50 millones de patógenos/m³).

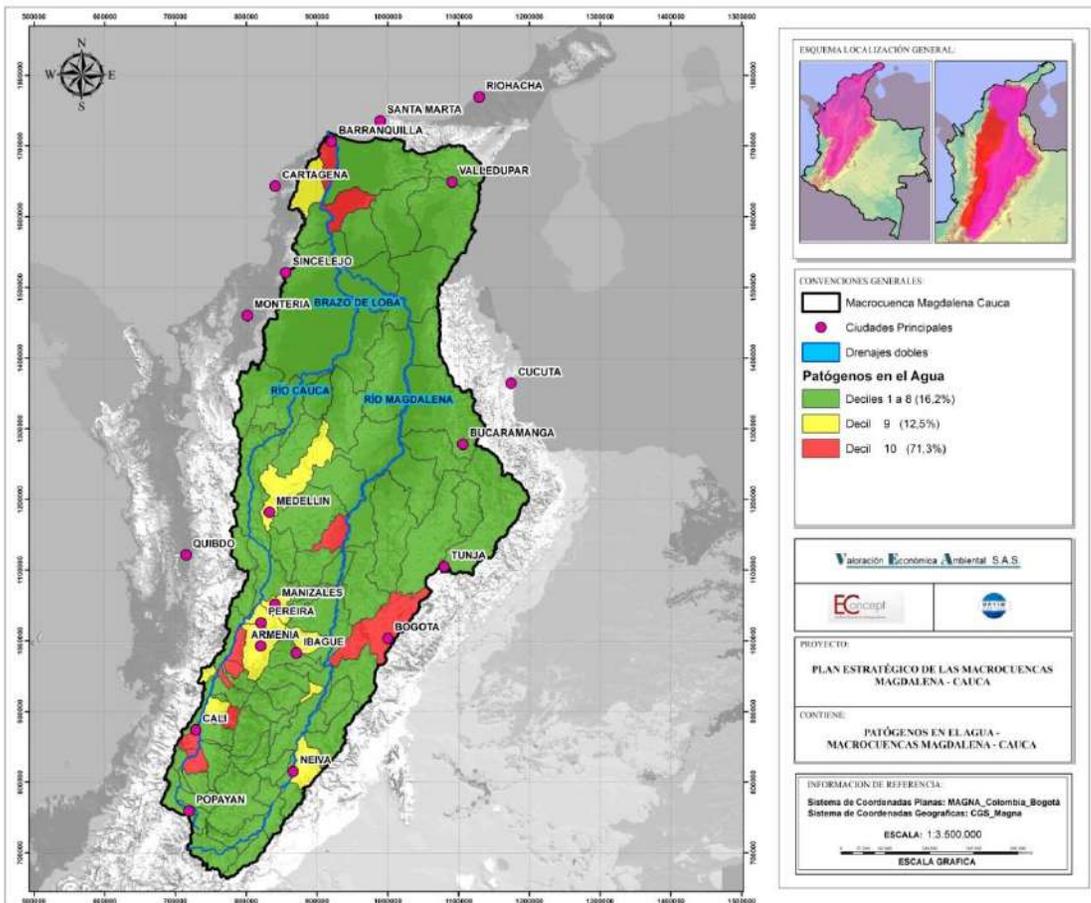
Ilustración 2.80. Concentración de patógenos Macrocuena Magdalena Cauca.



Fuente: Cálculos UT con información de (Torres, Camacho, & Rodríguez); (Alianza por el agua)

En la siguiente ilustración se presentan los patógenos potenciales totales por subzona.

Ilustración 2.81. Patógenos potenciales totales por subzona



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Las 11 subzonas que concentran el 71% de la contaminación por patógenos se muestran a continuación (Color Rojo en el mapa).

Cód. SZH	Subzona Hidrográfica	%
2120	Río Bogotá	10,9%
2630	Río Pance	12,7%
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	4,5%
2609	Río Amaime	16,9%
2628	Río Quinamayo y otros directos al Cauca	3,9%
2637	Directos Río Cauca (md)	1,7%
2636	Río Paila	2,4%
2902	Directos al Bajo Magdalena (md)	4,5%
2307	Directos Magdalena Medio (mi)	2,1%
2629	Río Claro	2,1%
2634	Río Morales	9,6%

Ahora, si se hace una comparación entre la proyección de carga total de cada contaminante junto con la concentración promedio para el mismo año, tal como se muestra en la siguiente Tabla se observa que tanto carga como concentración presentan una tendencia creciente similar para todos los contaminantes. Según esto se puede proyectar que las cargas contaminantes van a aumentar en mayor magnitud debido al crecimiento poblacional, industrial y agropecuario.

Comparativo entre carga total y concentración promedio de contaminante

	2013		2020		2030		2040		2050	
	Carga (Ton/Año)	Concentración (mg/L)	Carga (Ton/Año)	Concentración (mg/L)						
DBO	612.367	9	655.548	9	722.305	10	790.921	11	866.543	12
DQO	1.297.542	18	1.402.185	20	1.568.854	22	1.747.400	25	1.949.669	27
SST	1.053.949	15	1.109.960	16	1.187.329	17	1.249.598	18	1.302.358	19
NT	390.680	2,1	416.056	2,2	450.915	2,4	477.744	2,6	499.189	2,7
FT	549.493	0,2	57.693	0,21	62.064	0,22	65.405	0,24	68.067	0,24
Patógenos	294.486.288 NMP/m3		384.165.555 NMP/m3		591.488.459 NMP/m3		961.177.619 NMP/m3		1.638.909.880 NMP/m3	

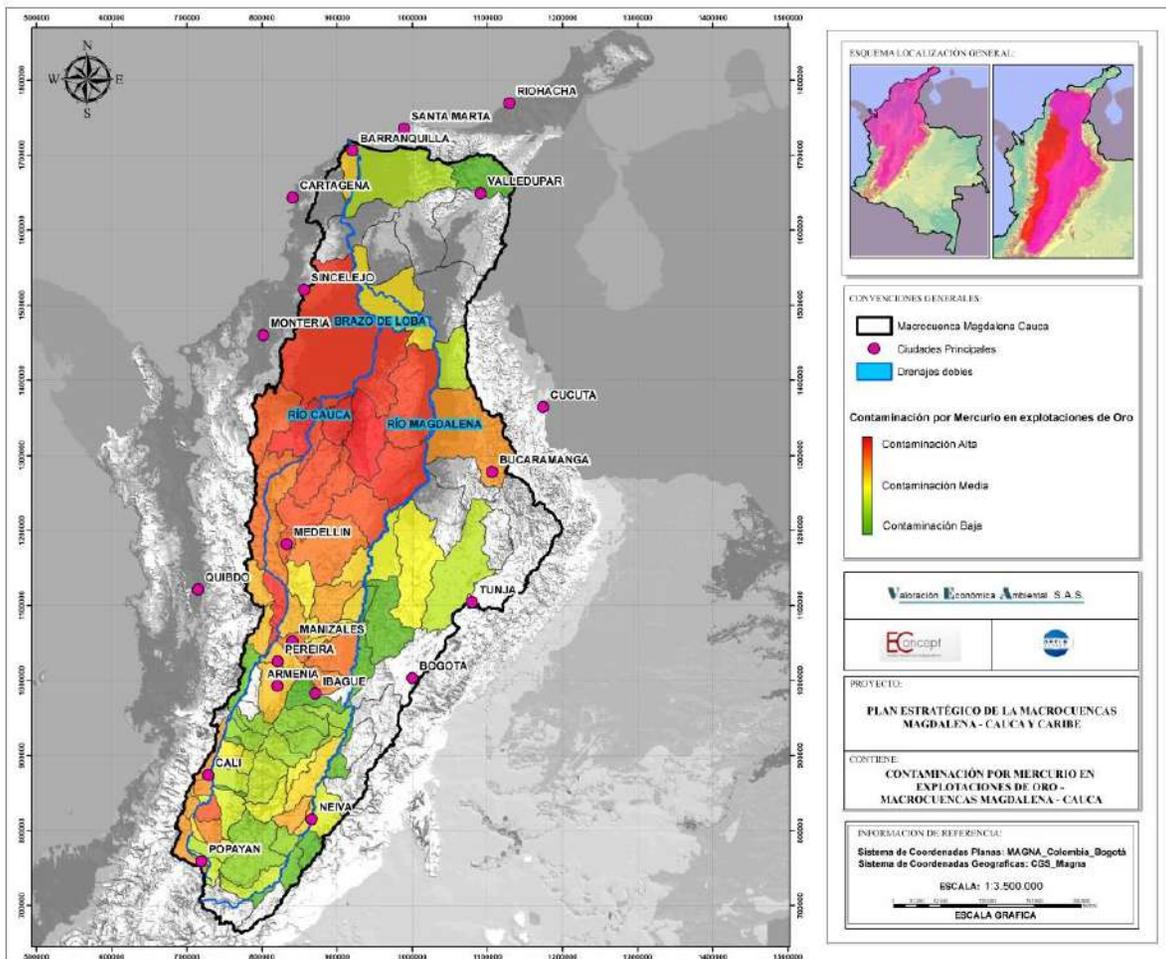
Fuente: Calculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

2.4.2.8 Vertimientos potenciales de mercurio por subzona

Uno de los temas álgidos en la discusión sobre calidad hídrica es la contaminación generada por la actividad minera, especialmente de oro. Uno de los problemas más importantes para la minería de oro es el uso del mercurio para el proceso de amalgamación. El mercurio al entrar en contacto con los sistemas acuáticos es susceptible a transformarse en metilmercurio, un compuesto altamente tóxico que cual puede ser directamente bioacumulado por organismos acuáticos y biomagnificado a través de la cadena alimenticia (Olivero & Johnson, 2002).

En Colombia diversos estudios han demostrado niveles peligrosos de metilmercurio en peces, especialmente en las zonas de la ciénaga Grande de Achí, en la región de la Mojana, la ciénaga Grande de Garrapata en el sur de Bolívar, Palotal en el Canal del Dique, en el río San Jorge y en el río Condoto (Olivero & Johnson, 2002) (Mancera & Álvarez, 2006) (Marrugo, Benitez, & Olivero, 2008) (Ramos, Estévez, & Giraldo, 2000) (Olivero J. , Johnson, Mendoza, Paz, & Olivero, 2004) (Sanchez & Cañor, 2010). Situación que resulta muy preocupante si se tiene en cuenta que gran parte de las comunidades que habitan cerca a estas zonas tienen una dieta basada en pescado.

Ilustración 2.82. Vertimientos potenciales de mercurio por subzona

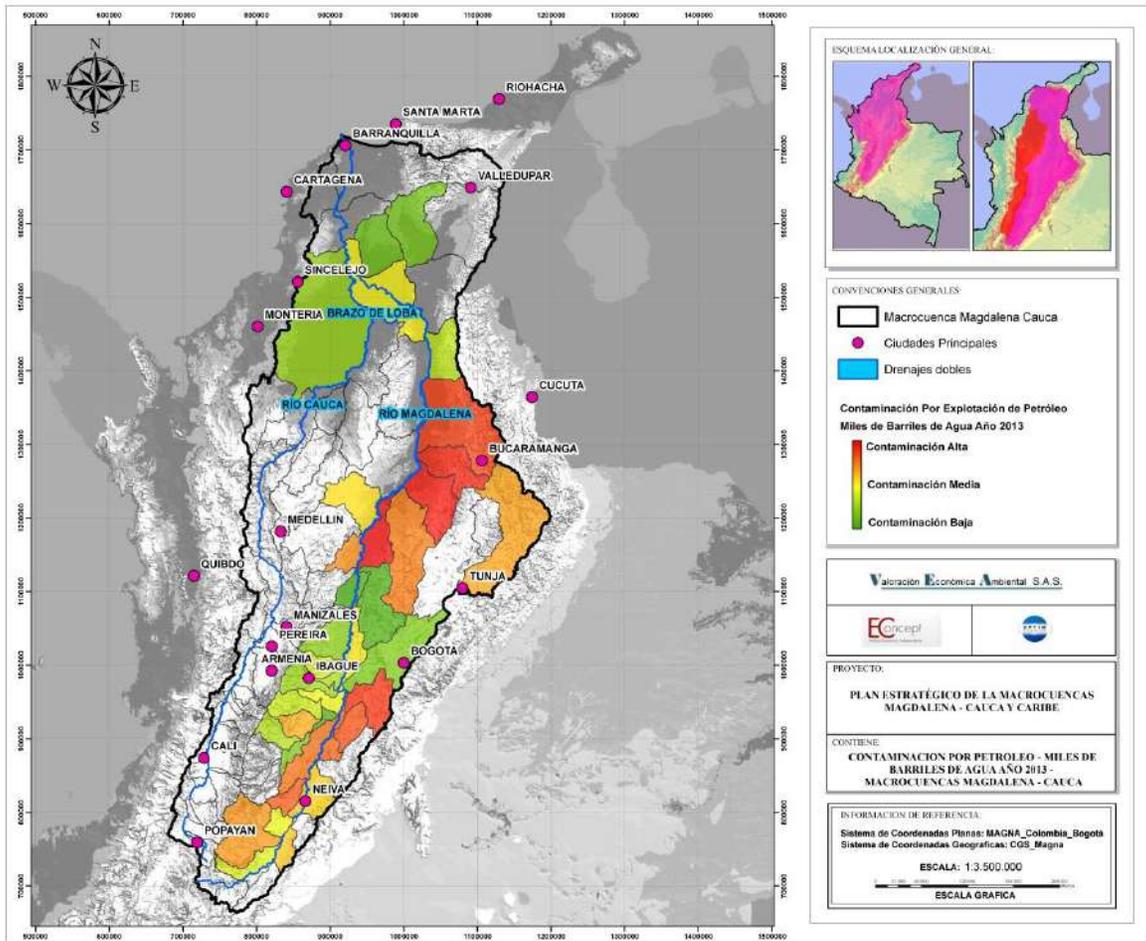


Fuente: Calculos UT Macrocuencas con información de (UPME, 2013)

2.4.2.9 Contaminación potencial de agua por producción de hidrocarburos por subzona

La producción de hidrocarburos también resulta ser una problemática. Hoy en día en Colombia se extraen en promedio 5 barriles de agua por cada barril de petróleo que se produce (ECOPETROL, 2012). Aunque en algunos casos esta agua cuenta con un tratamiento apropiado, debilidades en el proceso de seguimiento y control de la implementación de los procesos de tratamiento aprobados en el licenciamiento ambiental puede convertirse en una amenaza potencial para la integridad de los ríos.

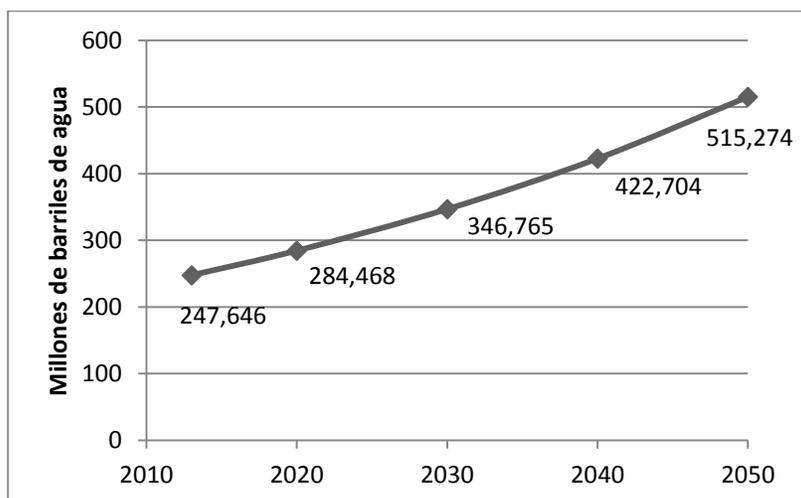
Ilustración 2.83. Contaminación potencial de agua por producción de hidrocarburos por subzona



Fuente: Calculos UT Macrocuencas con información de (ANH, 2013)

Según estimaciones de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME, 2012) y de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH, ANDI, 2009) un escenario probable de crecimiento de la producción de hidrocarburos sería del 2% anual. Teniendo en cuenta la relación 1:5 se puede estimar la contaminación potencial de agua para las próximas 4 décadas, cómo se muestra en la siguiente ilustración. En la siguiente tabla se muestran las subzonas que más contribuyen a esta contaminación.

Ilustración 2.84. Contaminación potencial de agua por explotación de hidrocarburos



Fuente: Calculos UT Macrocuencas con información de (ANH, 2013)

Tabla 2.69. Contaminación potencial de agua por explotación de hidrocarburos (Millones de Barriles Agua/Año)

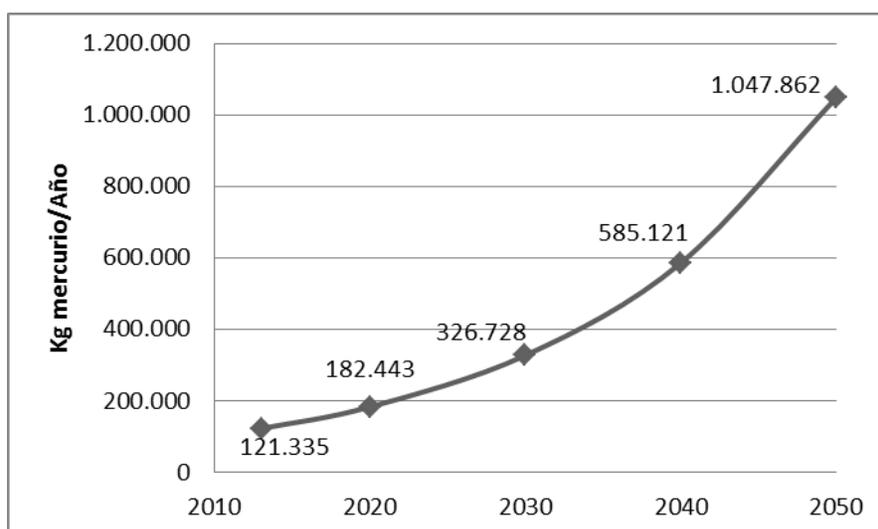
Nombre	SZH	2013	2020	2030	2040	2050	Porcentaje
Directos al Magdalena Medio	2311	62,44	71,72	87,42	106,57	129,91	25%
Río Opón	2314	41,08	47,19	57,53	70,13	85,48	16%
Río Sogamoso	2405	27,51	31,60	38,52	46,95	57,24	11%
Río Sumapaz	2119	22,18	25,48	31,05	37,86	46,15	9%
Río Lebrija	2319	18,84	21,64	26,38	32,16	39,20	7%
Resto		75,60	86,84	105,86	129,04	157,30	32%
Total		247,65	284,47	346,76	422,70	515,27	100%

Fuente: Calculos UT Macrocuencas con información de (ANH, 2013)

De la tabla anterior resalta cómo el 68% de la contaminación por hidrocarburos se concentra en sólo 5 subzonas, lo que llama la atención sobre la necesidad de implementación de estrategias y políticas para mitigar la contaminación de estas subzonas.

Aunque la producción minera de oro varía considerablemente año a año, un estimado aproximado del crecimiento del sector podría ser del 6 % anual promedio (Ministerio de Minas y Energía, 2010) (UPME, 2008). Teniendo en cuenta la relación de producción de mercurio de 1Au:5hg, se puede estimar el potencial por contaminación en mercurio para las siguientes cuatro décadas, adicionalmente la siguiente tabla muestra cuales subzonas contribuyen más a esta contaminación.

Ilustración 2.85. Vertimiento potencial de mercurio por minería de oro



Fuente: Calculos UT Macrocuencas con información de (UPME, 2013)

Tabla 2.70. Proyección de producción de mercurio por actividades de minería de oro (kg Mercurio)

Nombre	SZH	2013	2020	2030	2040	2050	Porcentaje
Río Opón	2703	34.371	51.682	92.554	165.750	296.833	22,5%
Directos Caribe - Ay. Sharimahana Alta Guajira	2624	14.313	21.522	38.543	69.024	123.612	9,4%
Río Fonce	2704	12.918	19.424	34.785	62.295	111.561	8,4%
Río Salaquí y otros directos Bajo Atrato	2617	7.945	11.947	21.395	38.315	68.617	5,2%
Río Páez	2317	7.209	10.839	19.411	34.763	62.255	4,7%
Resto		44.579	67.030	120.040	214.973	384.984	49,8%
Total		121.335	182.443	326.728	585.121	1.047.862	100%

Fuente: Calculos UT Macrocuencas con información de (UPME, 2013)

En la tabla anterior se observa como la mitad de la contaminación potencial de mercurio viene de 5 subzonas, las cuales en conjunto vierten un volumen de 76 Toneladas de mercurio para el año 2013, y que se proyecta pueden llegar a producir 662 toneladas de mercurio para el año 2040.

2.4.2.10 Contaminación difusa

La actividad agropecuaria se reconoce como una de las actividades que más contribuye a la contaminación no puntual de cuerpos de agua. Esto es consecuencias de las actividades como

labranza, aplicación de fertilizantes, aplicación de plaguicidas, talas, actividades de riego y vertimientos de residuos de la actividad agropecuaria que terminan degradando la calidad de los recursos hídricos (FAO, 1997) (Escobar, 2002).

Una forma de estimar la contaminación por agricultura es estimar la huella hídrica gris. Esta se define como el volumen de agua teórico necesario para lograr la dilución de un contaminante de forma tal que no altere la calidad de agua del cuerpo receptor. En ese sentido la WWF, estimó la huella hídrica por subzonas (WWF, 2012), las que tienen más huella hídrica gris de agricultura se muestran en la siguiente tabla.

Subzonas con mayor huella hídrica

SZH	Nombre	Huella Hídrica Gris (Mm3/año)	%
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	94,7	8,4%
2612	Río La Vieja	43,8	3,9%
2403	Río Chicamocha	39,6	3,5%
2319	Río Lebrija	31,2	2,8%
2120	Río Bogotá	29,7	2,6%
2401	Río Suárez	29,7	2,6%
2105	Río Páez	29	2,6%
2802	Medio Cesar	28,1	2,5%
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	26,8	2,4%
2201	Alto Saldaña	25,2	2,2%
2312	Río Carare (Minero)	24,9	2,2%
2906	Cga Grande de Santa Marta	23,6	2,1%
2306	Río Negro	22,9	2,0%
2305	Río Samaná	22,2	2,0%
2805	Bajo Cesar	19,9	1,8%
2308	Río Nare	18,3	1,6%
2701	Río Porce	17,1	1,5%
2804	Río Ariguaní	16,5	1,5%
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	7,9	0,7%
Resto		581,9	51,4%
Total Macrocuenca Magdalena-Cauca		1133	100,0%

Fuente: (WWF, 2012)

La huella hídrica gris cambia según el producto, y para Colombia la huella hídrica gris es mayoritariamente de café (55%), arroz (19%), maíz (11%), papa (7%), mientras el resto de cultivos representa el 8% (WWF, 2012).

2.4.3 Población

A continuación se muestran las subzonas de la Macrocuenca Magdalena-Cauca con mayor número de personas, asignando índices de concentración poblacional por hectárea, en un horizonte de tiempo que va desde el año 2012 hasta el año 2050. La información es presentada dependiendo del tipo de población (rural o urbana), visualizando las tendencias de concentración poblacional en determinados momentos del tiempo.

2.4.3.1 Población Urbana

Índice de concentración poblacional: Se divide el número de personas en las subzonas por el área de dicha subzona:

$$ICP_{ij} = \frac{Np_{ij}}{Area_i}$$

Dónde:

ICP_{ij} : Índice de concentración de la población en la subzona i en el año j (Personas/ha).

Np_{ij} : Numero de personas en la subzona i en el año j

$Area_i$: Área en hectáreas de la subzona i

Un índice de concentración alto indica que hay gran número de personas por hectárea.

Tabla 2.71: Índice de concentración poblacional – ZTR

Nombre ZTR	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Alto Magdalena	10.609.296	38,1%	0,859	11.781.349	38,5%	0,943	13.072.776	38,8%	1,038	13.989.174	39,0%	1,105	14.634.937	39,1%	1,152
Alto Cauca	6.045.567	21,7%	1,937	6.505.388	21,3%	2,096	7.032.578	20,9%	2,274	7.408.690	20,7%	2,402	7.675.651	20,5%	2,492
Medio Cauca	3.643.693	13,1%	1,762	4.018.341	13,1%	1,943	4.436.977	13,2%	2,145	4.731.145	13,2%	2,287	4.938.228	13,2%	2,388
Bajo Magdalena	3.567.568	12,8%	1,622	3.955.541	12,9%	1,788	4.386.080	13,0%	1,973	4.690.939	13,1%	2,104	4.905.814	13,1%	2,197
Medio Magdalena	3.065.279	11,0%	0,323	3.307.403	10,8%	0,344	3.603.031	10,7%	0,373	3.810.443	10,6%	0,394	3.957.750	10,6%	0,409
Bajo Cauca	894.908	3,2%	0,235	1.015.532	3,3%	0,273	1.144.766	3,4%	0,314	1.236.926	3,4%	0,343	1.301.931	3,5%	0,364
Total	27.826.311			30.583.554			33.676.208			35.867.316			37.414.311		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

Para el año 2012, Alto Magdalena posee 38.1% de la población total, y se estima un crecimiento de un 1% para el final de la proyección, mientras que Bajo Cauca tiene un 3.2% de la población y su crecimiento es del 0.3%, siendo estos los lugares donde mayor y menor número de personas hay respectivamente. Para el mismo año, el mayor índice de concentración de la población (densidad), tiene valor de 1,937 en Alto Cauca y es el segundo sector con mayor porcentaje de población total, mientras que Bajo Cauca es el lugar donde menor concentración hay, con un valor de 0,235.

Tabla 2.72: Índice de concentración poblacional– Alto Magdalena.

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Río Bogotá	8.920.264	84,1%	15,035	9.960.835	84,5%	16,789	11.090.402	84,8%	18,693	11.893.698	85,0%	20,047	12.459.232	85,1%	21,000
Río Totaré	514.479	4,8%	3,580	556.004	4,7%	3,869	601.597	4,6%	4,186	633.875	4,5%	4,411	656.593	4,5%	4,569
Río Fortalecillas y otros	339.790	3,2%	1,574	356.878	3,0%	1,653	379.090	2,9%	1,756	393.877	2,8%	1,824	404.284	2,8%	1,872
Río Sumapaz	168.432	1,6%	0,553	191.632	1,6%	0,629	216.761	1,7%	0,711	234.631	1,7%	0,770	247.213	1,7%	0,811
Río Luisa y otros directos al Magdalena	95.295	0,9%	0,886	96.961	0,8%	0,901	99.957	0,8%	0,929	101.768	0,7%	0,946	103.042	0,7%	0,957
Alto Magdalena	88.965	0,8%	0,355	102.047	0,9%	0,407	116.723	0,9%	0,466	127.023	0,9%	0,507	134.273	0,9%	0,536
Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	81.585	0,8%	0,296	79.299	0,7%	0,288	85.611	0,7%	0,311	90.030	0,6%	0,327	93.577	0,6%	0,340
Ríos directos Magdalena (md)	61.671	0,6%	0,536	72.590	0,6%	0,631	84.001	0,6%	0,730	92.229	0,7%	0,802	98.019	0,7%	0,852
Río Aipe y otros directos al Magdalena	47.158	0,4%	0,181	52.470	0,4%	0,201	58.762	0,4%	0,225	63.091	0,5%	0,242	66.139	0,5%	0,254
Río Páez	43.338	0,4%	0,083	50.026	0,4%	0,096	57.142	0,4%	0,110	62.304	0,4%	0,120	65.958	0,5%	0,127
Otros	248.319	2,3%	0,134	262.607	2,2%	0,141	282.730	2,2%	0,151	296.649	2,1%	0,158	306.607	2,1%	0,162
Total	10.609.296			11.781.349			13.072.776			13.989.174			14.634.937		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

En el Alto Magdalena para 2012, se observa que la subzona *Río Bogotá* es el lugar con mayor número de personas, con un porcentaje de 84.1% de la población total y su crecimiento proyectado es de 1%, lo cual corresponde a la ciudad de Bogotá y Soacha principalmente. En contraste la subzona del *Río Páez* tiene un 0.408% de la población total con un crecimiento de 0.1% para 2050. El mayor índice de concentración la tiene *Río Bogotá* y el menor *Río Páez* con un índice de 15,035 y 0,083, con crecimientos de 5,96 y 0.04 respectivamente, lo que indica que para *Río Bogotá* habrá un acelerado incremento en la concentración poblacional.

Tabla 2.73: Índice de concentración poblacional– Medio Magdalena.

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Río Lebrija	1.125.631	36,7%	1,167	1.206.391	36,5%	1,251	1.297.103	36,0%	1,345	1.360.801	35,7%	1,411	1.405.642	35,5%	1,458
Río Chicamocha	513.332	16,7%	0,536	549.777	16,6%	0,574	595.839	16,5%	0,622	628.053	16,5%	0,656	650.936	16,4%	0,680
Río Nare	303.026	9,9%	0,541	339.522	10,3%	0,606	384.807	10,7%	0,687	416.696	10,9%	0,744	439.490	11,1%	0,785
Río Suárez	243.159	7,9%	0,310	264.649	8,0%	0,337	291.414	8,1%	0,371	310.086	8,1%	0,395	323.332	8,2%	0,412
Río Opón	179.299	5,8%	0,415	179.922	5,4%	0,417	181.820	5,0%	0,421	182.839	4,8%	0,423	183.557	4,6%	0,425
Quebrada El Carmen	95.280	3,1%	0,326	104.302	3,2%	0,357	115.497	3,2%	0,395	123.201	3,2%	0,421	128.641	3,3%	0,440
Río Negro	86.803	2,8%	0,190	95.809	2,9%	0,210	106.108	2,9%	0,232	113.375	3,0%	0,248	118.556	3,0%	0,259
Directos Magdalena (mi)	68.292	2,2%	0,707	70.439	2,1%	0,729	73.219	2,0%	0,758	75.073	2,0%	0,777	76.377	1,9%	0,791
Brazo Morales	65.829	2,1%	0,093	85.299	2,6%	0,120	105.106	2,9%	0,148	119.543	3,1%	0,168	129.704	3,3%	0,183
Río Gualí	65.741	2,1%	0,750	64.111	1,9%	0,732	67.212	1,9%	0,767	69.332	1,8%	0,791	71.018	1,8%	0,810
Otros	318.887	10,4%	0,142	347.182	10,5%	0,155	384.908	10,7%	0,172	411.445	10,8%	0,184	430.496	10,9%	0,193
Total	3.065.279			3.307.403			3.603.031			3.810.443			3.957.750		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

Para Medio Magdalena en 2012, se observa que la subzona *Río Lebrija* es el lugar con mayor número de personas, con un porcentaje de 36.7% de la población total y su decrecimiento proyectado es de 1.2%, lo cual corresponde principalmente a la ciudades de Bucaramanga y Floridablanca principalmente. Por otro lado, la subzona del *Río Gualí* tiene un 2.1% de la población total con un decrecimiento de 0,3% para 2050. El mayor índice de concentración la tiene *Río Lebrija* y el menor *Brazo Morales* con un índice de 1,167 y 0,093 respectivamente.

Tabla 2.74: Índice de concentración poblacional– Bajo Magdalena.

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Directos al Bajo Magdalena (mi)	2.203.522	61,8%	15,330	2.424.106	61,3%	16,864	2.671.231	60,9%	18,583	2.845.960	60,7%	19,799	2.969.105	60,5%	20,656
Medio Cesar	439.449	12,3%	0,530	515.005	13,0%	0,621	594.894	13,6%	0,718	652.239	13,9%	0,787	692.601	14,1%	0,836

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Cga Grande de Santa Marta	264.276	7,4%	0,311	287.445	7,3%	0,338	314.911	7,2%	0,371	334.023	7,1%	0,393	347.508	7,1%	0,409
Directos Bajo Magdalena	194.325	5,4%	0,278	221.078	5,6%	0,316	248.269	5,7%	0,355	267.860	5,7%	0,383	281.669	5,7%	0,402
Bajo Magdalena - Canal del Dique	179.988	5,0%	0,747	197.968	5,0%	0,821	219.780	5,0%	0,912	234.930	5,0%	0,975	245.680	5,0%	1,019
Bajo Cesar	93.629	2,6%	0,159	96.668	2,4%	0,164	101.925	2,3%	0,173	105.119	2,2%	0,179	107.368	2,2%	0,183
Río Ariguaní	82.770	2,3%	0,155	91.955	2,3%	0,172	102.027	2,3%	0,191	109.159	2,3%	0,205	114.179	2,3%	0,214
Alto Cesar	59.829	1,7%	0,175	67.830	1,7%	0,198	75.474	1,7%	0,220	81.189	1,7%	0,237	85.212	1,7%	0,249
Arroyo Corozal	37.834	1,1%	0,102	40.744	1,0%	0,110	43.941	1,0%	0,119	46.207	1,0%	0,125	47.801	1,0%	0,129
Directos al Bajo Magdalena (md)	11.946	0,3%	0,054	12.742	0,3%	0,058	13.628	0,3%	0,062	14.251	0,3%	0,064	14.690	0,3%	0,066
Total	3.567.568			3.955.541			4.386.080			4.690.939			4.905.814		

Fuente: Cálculos UT Macrocuenas con información de (DANE, 2005)

Para Bajo Magdalena en 2012, se observa que la subzona *Directos al Bajo Magdalena(mi)* es el lugar con mayor número de personas, con un porcentaje de 61.8% de la población total y su decrecimiento proyectado es de 1.3%, lo cual corresponde a las ciudades de Barranquilla y Soledad principalmente. En contraste, la subzona del *Directos al Bajo Magdalena(md)* tiene un 0.3% de la población total y no tiene un crecimiento significativo para 2050. El mayor índice de concentración la tiene *Directos al Bajo Magdalena(mi)* y el menor *Directos al Bajo Magdalena(md)* con un índice de 15,330 y 0,054, con crecimientos de 5,32 y 0.01 respectivamente, por lo tanto *Directos al Bajo Magdalena(mi)* es el único que tendrá un crecimiento en densidad importante respecto de los demás.

Tabla 2.75: Índice de concentración poblacional– Alto Cauca.

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Río Pance	2.334.507	38,6%	39,256	2.550.284	39,2%	42,884	2.778.663	39,5%	46,724	2.942.572	39,7%	49,481	3.057.939	39,8%	51,421
Río La Vieja	1.040.312	17,2%	3,667	1.095.629	16,8%	3,862	1.156.575	16,4%	4,077	1.200.039	16,2%	4,230	1.230.698	16,0%	4,338
Río Chinchiná	459.924	7,6%	4,350	479.824	7,4%	4,538	502.269	7,1%	4,750	517.975	7,0%	4,899	529.030	6,9%	5,003
Río Tulua	282.304	4,7%	2,457	300.341	4,6%	2,614	329.591	4,7%	2,869	350.536	4,7%	3,051	366.050	4,8%	3,186

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Río Otún	256.220	4,2%	2,098	276.557	4,3%	2,265	298.668	4,2%	2,446	314.372	4,2%	2,575	325.426	4,2%	2,665
Alto Río Cauca	241.942	4,0%	2,849	260.126	4,0%	3,063	280.702	4,0%	3,305	294.989	4,0%	3,474	305.059	4,0%	3,592
Río Amaime	239.516	4,0%	2,782	252.147	3,9%	2,929	266.040	3,8%	3,091	275.856	3,7%	3,205	282.765	3,7%	3,285
Directos Río Cauca (md)	131.586	2,2%	0,854	139.853	2,1%	0,910	152.822	2,2%	0,991	161.815	2,2%	1,048	168.366	2,2%	1,090
Directos Río Cauca	129.010	2,1%	0,760	136.241	2,1%	0,802	147.182	2,1%	0,866	154.709	2,1%	0,910	160.163	2,1%	0,942
Directos al Río Cauca (mi)	110.621	1,8%	1,253	132.041	2,0%	1,496	153.585	2,2%	1,740	169.362	2,3%	1,919	180.466	2,4%	2,044
Otros	819.625	13,6%	0,415	882.345	13,6%	0,443	966.482	13,7%	0,485	1.026.464	13,9%	0,515	1.069.689	13,9%	0,536
Total	6.045.567			6.505.388			7.032.578			7.408.690			7.675.651		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

En el Alto Cauca para 2012, se observa que la subzona *Río Pance* es el lugar con mayor número de personas, con un porcentaje de 38.6% de la población total y su crecimiento proyectado es de 1.2%, lo cual corresponde a la ciudades de Cali y Jamundí principalmente. En contraste la subzona del *Directos al Río Cauca(mi)* tiene un 1.8% de la población total con un crecimiento de 0.6% para 2050. El mayor índice de concentración lo tiene *Río Pance* y el menor *Directos al Río Cauca* con un índice de 39,256 y 0,760, con crecimientos de 12,165 y 0,182 respectivamente, mostrando que *Río Pance* es de las subzonas con mayor crecimiento en densidad en toda la Macrocuenca.

Tabla 2.76: Índice de concentración poblacional– Medio Cauca.

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Río Porce	3.533.164	97,0%	6,754	3.899.061	97,0%	7,454	4.307.771	97,1%	8,235	4.594.903	97,1%	8,784	4.797.022	97,1%	9,171
Bajo Nechí	70.149	1,9%	0,156	74.792	1,9%	0,167	79.744	1,8%	0,178	83.286	1,8%	0,185	85.779	1,7%	0,191
Alto Nechí	40.380	1,1%	0,137	44.488	1,1%	0,151	49.463	1,1%	0,168	52.955	1,1%	0,180	55.427	1,1%	0,189
Total	3.643.693			4.018.341			4.436.977			4.731.145			4.938.228		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

En Medio Cauca para 2012, se observa que la subzona *Río Porce* es el lugar que contiene una gran mayoría del número de personas, con un porcentaje de 97% de la población total y su crecimiento proyectado es de 0.1%, lo cual corresponde a las ciudades de Medellín y Bello principalmente. En contraste, la subzona de *Alto Nechí* tiene solo un 1.1% de la población total y no tiene un crecimiento significativo para 2050. El mayor índice de concentración lo tiene *Río Porce* y el menor *Alto Nechí* con un índice de 6,754 y 0,137, con crecimientos de 2,417 y 0.052 respectivamente, por lo tanto en general para ésta zona no hay una variación muy relevante con respecto al Índice de concentración poblacional.

Tabla 2.77: Índice de concentración poblacional – Bajo Cauca.

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens	Población	%	Dens	Población	%	Dens	Población	%	Dens	Población	%	Dens
Bajo San Jorge - La Mojana	795.323	88,9%	0,463	891.151	87,8%	0,518	994.257	86,9%	0,578	1.067.660	86,3%	0,621	1.119.462	86,0%	0,651
Alto San Jorge	76.983	8,6%	0,194	94.944	9,3%	0,240	113.856	9,9%	0,287	127.435	10,3%	0,322	136.993	10,5%	0,346
Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	22.602	2,5%	0,047	29.437	2,9%	0,062	36.653	3,2%	0,077	41.831	3,4%	0,088	45.475	3,5%	0,095
Total	894.908			1.015.532			1.144.766			1.236.926			1.301.931		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

Para Bajo Cauca en 2012, se observa que la subzona *Bajo San Jorge-La Mojana* es el lugar con mayor número de personas, con un porcentaje de 88.9% de la población total y su decrecimiento proyectado es de 2.9%, lo cual corresponde a las ciudades de Sincelejo y Magangué principalmente. En contraste, la subzona del *Directos Bajo Cauca-Cga La Raya* tiene un 2.5% de la población total con un crecimiento de 1% para 2050. Se observa que con el tiempo las zonas con menor porcentaje irán ganando población, mientras que *Bajo San Jorge-La Mojana* ira perdiendo participación. El mayor índice de concentración lo tiene *Bajo San Jorge-La Mojana* y el menor *Directos Bajo Cauca-Cga La Raya* con un índice de 0,463 y 0,047 respectivamente, para el 2012.

En la siguiente tabla se presentan las 10 subzonas de la Macrocuena Magdalena – Cauca con mayor población Urbana en 2012 y proyectada 2050. Puede verse allí que la mayor población urbana se encuentra concentrada en Río Bogotá, seguido por Río Porce y Río Pance. Es importante resaltar que la diferencia entre la primera subzona y las siguientes es muy significativa, en ella se encuentra Bogotá, Capital del país y donde se concentra la mayor población.

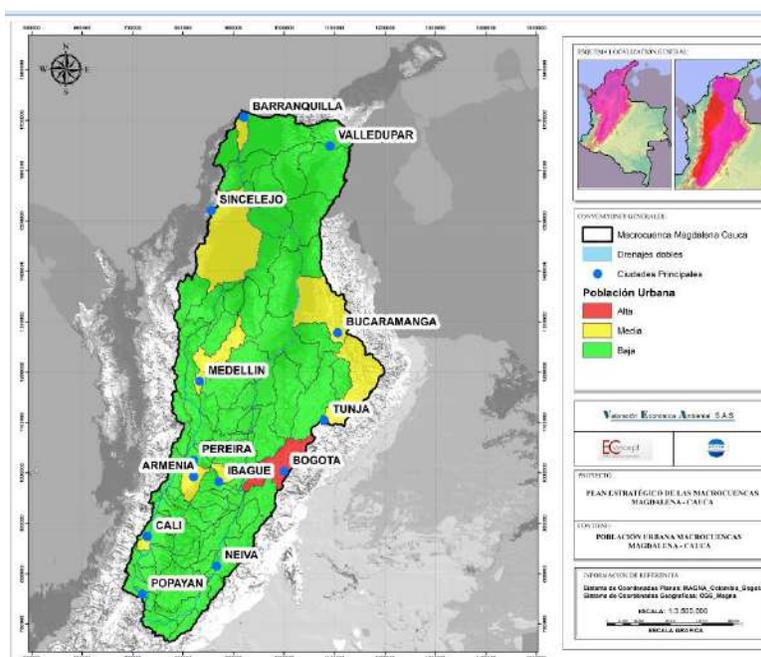
Tabla 2.78 Subzonas con mayor población urbana 2012 - 2050

SZH	NOMSZH	Urbana 2012	Urbana 2050
2120	Río Bogotá	8.920.264	12.459.232
2701	Río Porce	3.533.164	4.797.022
2630	Río Pance	2.334.507	3.057.939
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	2.086.329	2.810.643
2319	Río Lebrija	1.125.631	1.405.642
2612	Río La Vieja	1.040.312	1.230.698
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	795.323	1.119.462
2802	Medio Cesar	438.188	690.613
2124	Río Totaré	514.479	656.593
2403	Río Chicamocha	513.332	650.936

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

En la Ilustración 2.86 se presenta el mapa con la población urbana que se proyectó para el 2050 en las subzonas de la Macrocuenca Magdalena – Cauca. Se espera que para el año proyectado continúe la tendencia de concentración poblacional en Bogotá. A su vez se espera que el siguiente 25% de la población de la Macrocuenca se concentre en las subzonas que se presentan en amarillo, en estas están localizadas algunas de las principales ciudades, como Sincelejo, Armenia, Cali, Bucaramanga y Barranquilla.

Ilustración 2.86 Mapa Población Urbana Macrocuenca Magdalena Cauca 2050.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

2.4.3.2 Población Rural

Tabla 2.79: Índice de concentración poblacional – ZTR

Nombre ZTR	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Alto Cauca	408.898	33,5%	0,150	416.019	33,4%	0,156	448.088	33,1%	0,168	470.807	32,9%	0,178	487.702	32,7%	0,184
Medio Magdalena	253.994	20,8%	0,041	252.366	20,3%	0,041	275.630	20,4%	0,044	292.425	20,4%	0,047	305.493	20,5%	0,049
Alto Magdalena	237.233	19,5%	0,055	241.333	19,4%	0,056	262.326	19,4%	0,061	277.423	19,4%	0,064	289.058	19,4%	0,067
Bajo Magdalena	152.342	12,5%	0,042	157.516	12,6%	0,043	172.973	12,8%	0,047	183.986	12,9%	0,050	192.196	12,9%	0,052
Bajo Cauca	94.982	7,8%	0,044	99.873	8,0%	0,047	106.531	7,9%	0,051	111.318	7,8%	0,053	114.780	7,7%	0,055
Medio Cauca	71.709	5,9%	0,060	78.801	6,3%	0,067	88.307	6,5%	0,075	95.171	6,7%	0,081	100.107	6,7%	0,085
Total	1.219.157			1.245.909			1.353.855			1.431.129			1.489.336		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

Para el año 2012, Alto Cauca posee 33.5% de la población total, y se estima un decrecimiento de un 0.79% para el final de la proyección, mientras que Medio Cauca tiene un 5.9% de la población y su crecimiento es del 0.84%, siendo estos los lugares donde mayor y menor número de personas hay respectivamente. Para el mismo año, el mayor índice de concentración de la población (densidad), tiene valor de 0,15 en Alto Cauca, mientras que Medio Magdalena es el lugar donde menor concentración hay, con un valor de 0.041, siendo éste el segundo con mayor número de personas.

Tabla 2.80: Índice de concentración poblacional– Alto Magdalena.

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Río Aipe y otros directos al Magdalena	31.370	13,2%	0,120	31.204	12,9%	0,120	34.200	13,0%	0,131	36.333	13,1%	0,139	38.071	13,2%	0,146
Río Coello	27.092	11,4%	0,148	27.617	11,4%	0,151	28.690	10,9%	0,157	29.507	10,6%	0,161	30.117	10,4%	0,164
Río Cucuana	17.027	7,2%	0,091	16.118	6,7%	0,086	17.655	6,7%	0,095	18.747	6,8%	0,100	19.643	6,8%	0,105
Río Luisa y otros directos al Magdalena	16.695	7,0%	0,155	15.106	6,3%	0,140	16.546	6,3%	0,154	17.570	6,3%	0,163	18.410	6,4%	0,171
Río Amoyá	14.405	6,1%	0,099	14.181	5,9%	0,098	15.533	5,9%	0,107	16.495	5,9%	0,114	17.283	6,0%	0,119

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Río Páez	12.120	5,1%	0,023	13.259	5,5%	0,025	14.483	5,5%	0,028	15.355	5,5%	0,029	15.968	5,5%	0,031
Río Seco y otros Directos al Magdalena	10.966	4,6%	0,062	11.988	5,0%	0,068	13.164	5,0%	0,074	14.021	5,1%	0,079	14.637	5,1%	0,083
Río Bogotá	10.596	4,5%	0,018	11.332	4,7%	0,019	12.212	4,7%	0,021	12.830	4,6%	0,022	13.269	4,6%	0,022
Río Suaza	10.037	4,2%	0,071	11.820	4,9%	0,083	13.708	5,2%	0,096	15.075	5,4%	0,106	16.041	5,5%	0,113
Río Opía	9.502	4,0%	0,172	9.830	4,1%	0,178	10.142	3,9%	0,183	10.377	3,7%	0,188	10.542	3,6%	0,191
Otros	77.423	32,6%	0,034	78.878	32,7%	0,036	85.991	32,8%	0,039	91.113	32,8%	0,042	95.079	32,9%	0,044
Total	237.233			241.333			262.326			277.423			289.058		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

En el Alto Magdalena para el año 2012, se observa que la subzona *Río Aipe y otros directos al Magdalena* es el lugar con mayor número de personas, con un porcentaje de 13.2% de la población total y su crecimiento proyectado no es significativo. En contraste la subzona del *Río Opía* tiene un 4% de la población total con un decrecimiento de 0.4% para 2050. El mayor índice de concentración la tiene *Río Luisa y otros directos al Magdalena* y el menor *Río Bogotá* con un índice de 0,155 y 0,018, con crecimientos de 0,016 y 0,004 respectivamente, lo cual es un cambio leve para la densidad.

Tabla 2.81: Índice de concentración poblacional– Medio Magdalena.

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Río Opón	31.223	14,3%	0,072	30.150	14,1%	0,070	32.416	13,8%	0,075	34.040	13,7%	0,079	35.353	13,6%	0,082
Río Carare (Minero)	25.722	11,8%	0,035	24.440	11,4%	0,034	26.741	11,4%	0,037	28.378	11,4%	0,039	29.698	11,5%	0,041
Río Suárez	24.219	11,1%	0,031	24.921	11,6%	0,032	27.323	11,7%	0,035	29.049	11,7%	0,037	30.365	11,7%	0,039
Río Chicamocha	21.688	9,9%	0,023	22.931	10,7%	0,024	24.627	10,5%	0,026	25.898	10,4%	0,027	26.809	10,4%	0,028
Directos al Magdalena Medio	11.929	5,5%	0,044	13.254	6,2%	0,049	15.165	6,5%	0,056	16.585	6,7%	0,062	17.611	6,8%	0,066
Río Negro	10.962	5,0%	0,024	11.234	5,2%	0,025	12.215	5,2%	0,027	12.923	5,2%	0,028	13.454	5,2%	0,029
Río Nare	10.772	4,9%	0,019	10.315	4,8%	0,018	11.184	4,8%	0,020	11.806	4,8%	0,021	12.292	4,7%	0,022
Río Guarínó	10.442	4,8%	0,125	9.793	4,6%	0,117	10.727	4,6%	0,128	11.391	4,6%	0,136	11.935	4,6%	0,143

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Brazo Morales	10.314	4,7%	0,015	9.470	4,4%	0,013	10.372	4,4%	0,015	11.013	4,4%	0,016	11.538	4,5%	0,016
Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	10.277	4,7%	0,035	9.728	4,5%	0,033	10.472	4,5%	0,036	10.994	4,4%	0,038	11.421	4,4%	0,039
Otros	50.654	23,2%	0,033	48.337	22,5%	0,032	52.810	22,6%	0,035	56.012	22,6%	0,037	58.539	22,6%	0,039
Total	218.202			214.574			234.053			248.090			259.015		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

Para Medio Magdalena en 2012, se observa que la subzona *Río Opón* es el lugar con mayor número de personas, con un porcentaje de 14.3% de la población total y su decrecimiento proyectado es de 0.7%, lo cual corresponde a la ciudad del Carmen principalmente. Por otro lado, la subzona de la *Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio* tiene un 4.7% de la población total con un decrecimiento de 0,3% para 2050. En general los índices son bajos y sus variaciones leves.

Tabla 2.82: Índice de concentración poblacional– Bajo Magdalena.

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Alto Cesar	27.094	17,8%	0,079	30.255	19,2%	0,088	34.125	19,7%	0,100	36.769	20,0%	0,107	38.632	20,1%	0,113
Arroyo Corozal	24.359	16,0%	0,066	25.582	16,2%	0,069	27.071	15,7%	0,073	28.190	15,3%	0,076	28.997	15,1%	0,078
Río Ariguaní	17.568	11,5%	0,033	16.840	10,7%	0,032	18.507	10,7%	0,035	19.704	10,7%	0,037	20.644	10,7%	0,039
Directos al Bajo Magdalena (md)	17.108	11,2%	0,077	16.370	10,4%	0,074	17.859	10,3%	0,081	18.931	10,3%	0,086	19.790	10,3%	0,089
Bajo Cesar	17.093	11,2%	0,029	17.269	11,0%	0,029	18.795	10,9%	0,032	19.880	10,8%	0,034	20.734	10,8%	0,035
Directos al Bajo Magdalena (mi)	15.637	10,3%	0,099	15.185	9,6%	0,095	16.478	9,5%	0,103	17.415	9,5%	0,109	18.147	9,4%	0,114
Medio Cesar	13.479	8,8%	0,016	14.894	9,5%	0,018	16.780	9,7%	0,020	18.124	9,9%	0,022	19.084	9,9%	0,023
Bajo Magdalena - Canal del Dique	11.714	7,7%	0,049	12.402	7,9%	0,051	13.630	7,9%	0,057	14.516	7,9%	0,060	15.156	7,9%	0,063

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Cga Grande de Santa Marta	4.528	3,0%	0,005	4.953	3,1%	0,006	5.603	3,2%	0,007	6.076	3,3%	0,007	6.421	3,3%	0,008
Directos Bajo Magdalena	3.761	2,5%	0,005	3.766	2,4%	0,005	4.126	2,4%	0,006	4.382	2,4%	0,006	4.591	2,4%	0,007
Total	152.342			157.516			172.973			183.986			192.196		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

Para Bajo Magdalena en 2012, se observa que la subzona *Alto Cesar* es el lugar con mayor número de personas, con un porcentaje de 17.8% de la población total y su crecimiento proyectado es de 2.3%, lo cual corresponde a las ciudades de *San Juan del Cesar* y *Villanueva* principalmente. En contraste, la subzona de *Directos Bajo Magdalena* tiene un 2.5% de la población total y su decrecimiento es del 0.1%, para el final de la proyección. Los índices de concentración para esta zona son en general bajos y no tienen mayor crecimiento durante el horizonte de tiempo.

Tabla 2.83: Índice de concentración poblacional– Alto Cauca.

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Río Otún	47.737	11,7%	0,391	45.129	10,8%	0,370	45.902	10,2%	0,376	46.271	9,8%	0,379	46.599	9,6%	0,382
Río Salado y otros directos Cauca	40.981	10,0%	0,329	43.416	10,4%	0,348	46.310	10,3%	0,371	48.348	10,3%	0,388	49.801	10,2%	0,399
Directos Río Cauca (md)	28.948	7,1%	0,107	28.298	6,8%	0,102	30.889	6,9%	0,111	32.745	7,0%	0,118	34.154	7,0%	0,123
Río Risaralda	26.121	6,4%	0,207	27.088	6,5%	0,215	29.346	6,5%	0,233	30.893	6,6%	0,245	32.020	6,6%	0,254
Río Ovejas	24.298	5,9%	0,263	25.471	6,1%	0,276	26.716	6,0%	0,289	27.601	5,9%	0,299	28.223	5,8%	0,305
Río Fraile y otros directos al Cauca	20.113	4,9%	0,159	21.170	5,1%	0,167	22.333	5,0%	0,176	23.154	4,9%	0,183	23.733	4,9%	0,187
Río Timba	17.381	4,3%	0,346	18.984	4,6%	0,377	20.773	4,6%	0,413	22.027	4,7%	0,438	22.910	4,7%	0,455

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Directos al Río Cauca (mi)	17.277	4,2%	0,196	16.827	4,0%	0,191	18.406	4,1%	0,209	19.528	4,1%	0,221	20.445	4,2%	0,232
Río Taraza - Río Man	17.237	4,2%	0,067	20.421	4,9%	0,079	23.892	5,3%	0,093	26.470	5,6%	0,103	28.296	5,8%	0,110
Río Frío y Otros Directos al Cauca	16.349	4,0%	0,100	14.000	3,4%	0,085	15.334	3,4%	0,094	16.283	3,5%	0,099	17.061	3,5%	0,104
Otros	152.456	37,3%	0,134	155.215	37,3%	0,141	168.187	37,5%	0,154	177.487	37,7%	0,163	184.461	37,8%	0,169
Total	408.898			416.019			448.088			470.807			487.702		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

Para Alto Cauca en el año 2012, se observa que la subzona *Río Otún* es el lugar con mayor número de personas, con un porcentaje de 11.7% de la población total y su decrecimiento proyectado es de 2.1%, lo cual corresponde a la ciudades de Dosquebradas y Santa Rosa de cabal principalmente. En contraste la subzona de *Río Frío y Otros Directos al Cauca* tiene un 4% de la población total. El mayor índice de concentración la tiene *Río Otún* y el menor *Río Taraza - Río Man* con un índice de 0,391 y 0,067.

Tabla 2.84: Índice de concentración poblacional– Medio Cauca.

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens	Población	%	Dens									
Directos al Bajo Nechí	26.476	36,9%	0,136	29.856	37,9%	0,153	33.405	37,8%	0,171	35.958	37,8%	0,184	37.755	37,7%	0,193
Río Porce	21.439	29,9%	0,041	22.648	28,7%	0,043	25.260	28,6%	0,048	27.124	28,5%	0,052	28.473	28,4%	0,054
Bajo Nechí	13.453	18,8%	0,030	15.024	19,1%	0,033	17.046	19,3%	0,038	18.522	19,5%	0,041	19.606	19,6%	0,044
Alto Nechí	10.341	14,4%	0,035	11.273	14,3%	0,038	12.596	14,3%	0,043	13.567	14,3%	0,046	14.273	14,3%	0,049
Total	71.709			78.801			88.307			95.171			100.107		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

En Medio Cauca para 2012, se observa que la subzona *Directos al Bajo Nechí* es el lugar que contiene una gran mayoría del número de personas, con un porcentaje de 36.9% de la población total, con un crecimiento 0.8%. En contraste, la subzona de *Alto Nechí* tiene un 14.4% de la población total y no tiene un decrecimiento significativo para 2050. El mayor índice de concentración lo tiene *Directos al Bajo Nechí* y el menor *Bajo Nechí* con un índice de 0,136 y 0,030 respectivamente.

Tabla 2.85: Índice de concentración poblacional – Bajo Cauca.

Subzona Hidrográfica	2012			2020			2030			2040			2050		
	Población	%	Dens												
Bajo San Jorge - La Mojana	48.337	50,9%	0,028	48.995	49,1%	0,028	50.670	47,6%	0,029	51.821	46,6%	0,030	52.664	45,9%	0,031
Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	35.963	37,9%	0,075	39.960	40,0%	0,084	44.062	41,4%	0,092	47.072	42,3%	0,099	49.193	42,9%	0,103
Alto San Jorge	10.682	11,2%	0,027	10.917	10,9%	0,028	11.799	11,1%	0,030	12.425	11,2%	0,031	12.923	11,3%	0,033
Total	94.982			99.873			106.531			111.318			114.780		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

Para Bajo Cauca en 2012, se observa que la subzona *Bajo San Jorge-La Mojana* es el lugar con mayor número de personas, con un porcentaje de 50.9% de la población total y su decrecimiento proyectado es de 5%, lo cual corresponde principalmente a las ciudades de Sincelejo y Magangué principalmente, haciendo que para el año 2050 los porcentajes entre *Bajo San Jorge-La Mojana* y *Directos Bajo Cauca - Cga La Raya* se igualen. En contraste, la subzona del *Alto San Jorge* tiene un 11.2% de la población total con un crecimiento de 0.1% para 2050. El mayor índice de concentración lo tiene *Directos Bajo Cauca - Cga La Raya* y el menor *Alto San Jorge* con un índices de 0,075 y 0,027 respectivamente, para el 2012.

En la Tabla 2.86 se presentan las subzonas de la Macrocuena Magdalena – Cauca con mayor población Rural en 2012 y proyectada 2050. Puede verse allí que la mayor población rural se encuentra concentrada en Bajo San Jorge – La Mojana, seguido por la subzona hidrográfica Río Salado y otros Directos Cauca y le sigue Río Chicamocho.

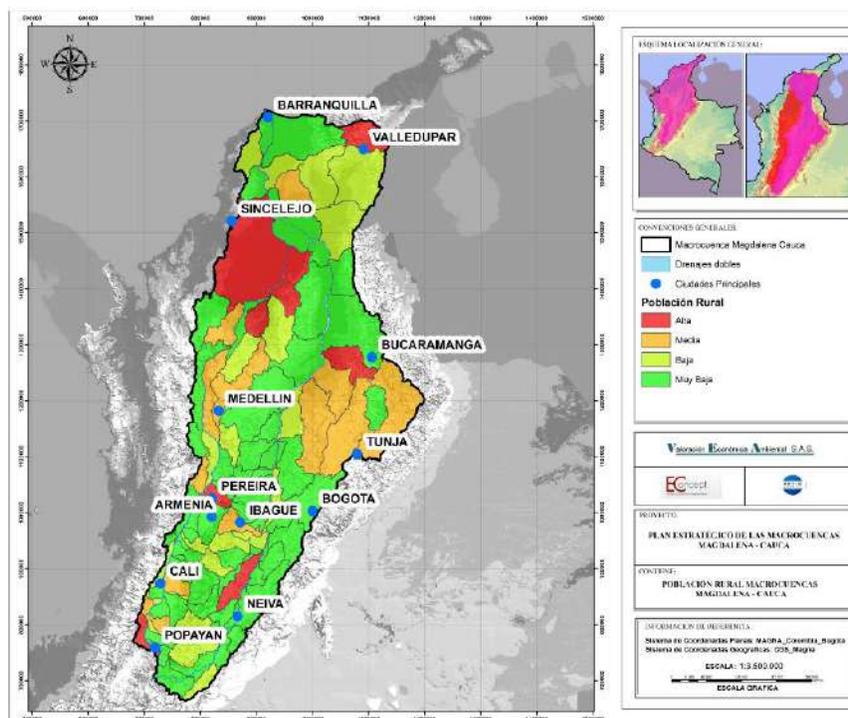
Tabla 2.86 Subzonas con mayor población urbana 2012 - 2050

SZH	NOMSZH	Rural 2012	Rural 2050
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	48.337	52.664
2603	Río Salado y otros directos Cauca	40.981	49.801
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	35.963	49.193
2613	Río Otún	47.737	46.599
2405	Río Sogamoso	35.792	46.478
2801	Alto Cesar	27.093	38.631
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	31.370	38.071
2704	Directos al Bajo Nechí	26.476	37.755
2314	Río Opón	31.223	35.353
2614	Río Risaralda	26.121	32.020

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

En la Ilustración 2.87 se presenta el mapa con la población rural que se proyectó para el 2050 en las subzonas de la Macrocuena Magdalena – Cauca. Allí puede verse la dispersión de la población rural en la Macrocuena, en rojo se muestran las subzonas que se espera presenten la mayor población, seguidas por las naranja, amarillo y por último verde. La mayor población rural se encontrará en la subzona de Bajo San Jorge – La Mojana, seguido por Río Salado y Otros directos al Cauca.

Ilustración 2.87 Mapa Población Rural Macrocuena Magdalena Cauca 2050.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005)

2.4.4 Sector Agropecuario.

En esta sección se presenta en primer lugar un análisis del sector agrícola, teniendo en cuenta áreas potenciales para cultivo, así como áreas cultivadas. Se definieron porcentajes de participación en área cultivadas por departamento, por zonas y subzonas hidrográficas y por cultivo. Lo anterior se realizó teniendo en cuenta que el sector agrícola presenta la demanda de agua más importante a nivel nacional y por lo tanto la determinación de las zonas con mayores áreas cultivadas en la Macrocuenca es de vital importancia para el análisis de la presión sobre este recurso.

El análisis de ganadería se realiza teniendo en cuenta las coberturas de pastos y áreas agrícolas heterogéneas de acuerdo a la metodología Corine Land Cover desarrollada para Colombia (IDEAM-IGAC). Dicho análisis de desarrollo discriminado por zonas y subzonas hidrográficas.

También se presenta un análisis se de los sectores de silvicultura, pecuario y pesquero teniendo en cuenta el comportamiento de cada sector por zona hidrográfica.

2.4.4.1 Sector Agrícola

El primer producto que se presenta es el café debido al consumo del recurso hídrico y la importancia que tiene en el país, incluso el DANE tiene un capítulo especial para este producto agrícola. La evolución que ha tenido la participación en el valor agregado del subsector en porcentaje entre 1990 y 2011 se presenta a continuación en la siguiente tabla. Allí se resalta la contribución de la Macrocuenca Magdalena-Cauca que en promedio para el periodo en cuestión ha sido de tres cuartas partes del total, seguido por la Macrocuenca Pacífico cuya parte ha venido aumentando desde 1990 a 2011. Al interior de la Macrocuenca Magdalena – Cauca las zonas hidrográficas con mayor porción son Alto Magdalena, Medio Magdalena y Alto Cauca que les corresponde el 90% de la total de la Macrocuenca. La tendencia general de la evolución de la participación en valor agregado del café las zonas hidrográficas es decreciente lo cual se explica por el fomento a la industria que ha venido presentándose en el país. Esto, a excepción de la zona de Alto Magdalena que desde 1990 es al alza.

Tabla 2.87 Evolución participación en valor agregado del subsector café (%) 1990-2011.

	1990	1995	2000	2005	2011
Alto Magdalena	16.3	18.4	25.2	25.2	29.3
Medio Magdalena	19.1	19.0	16.7	16.5	15.5
Bajo Magdalena	2.6	1.3	2.2	2.1	2.9
Alto Cauca	28.5	33.6	27.5	27.5	23.4
Medio Cauca	7.5	5.6	3.8	3.7	3.4
Bajo Cauca	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2
Magdalena-Cauca	74.3	78.1	75.6	75.1	74.7
Catatumbo	1.7	0.6	1.8	1.7	1.9
Guajira	0.5	0.3	0.4	0.3	0.5
Litoral	0.8	0.6	0.4	0.4	0.4
Urabá	9.8	7.3	4.9	4.8	4.5
Caribe	12.9	8.8	7.6	7.3	7.2
Amazonas	1.0	1.0	1.7	1.8	2.0
Orinoco	3.7	2.8	2.4	2.5	2.6
Pacifico	8.1	9.4	12.7	13.3	13.5
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Cálculo UT Macrocuencas con información de (DANE).

Respecto a los otros productos agrícolas se presenta una tendencia muy similar a la del café, la mayor participación corresponde a la Macrocuena Magdalena – Cauca en promedio con un 60% de la total. Las zonas hidrográficas con mayor contribución son Alto Magdalena, Medio Magdalena y Alto Cauca, en promedio con el 76% del total de la Macrocuena. Estas tendencias se muestran en la siguiente tabla, la cual presenta la evolución en la participación en valor agregado del subsector agrícola en porcentaje para el periodo correspondiente al periodo 1990-2011. Adicionalmente en esta tabla se puede ver la mayor parte de la Macrocuena Magdalena-Cauca presenta una tendencia a la baja que al igual que en el caso del café se explica por el proceso de industrialización en el que se encuentra encaminado el país, donde a la vez que se reduce la producción agrícola se aumenta la industrial, esto se comparará más adelante con los resultados presentados para el sector industrial.

Tabla 2.88. Evolución participación en valor agregado del subsector otros productos agrícolas (%) 1990-2011.

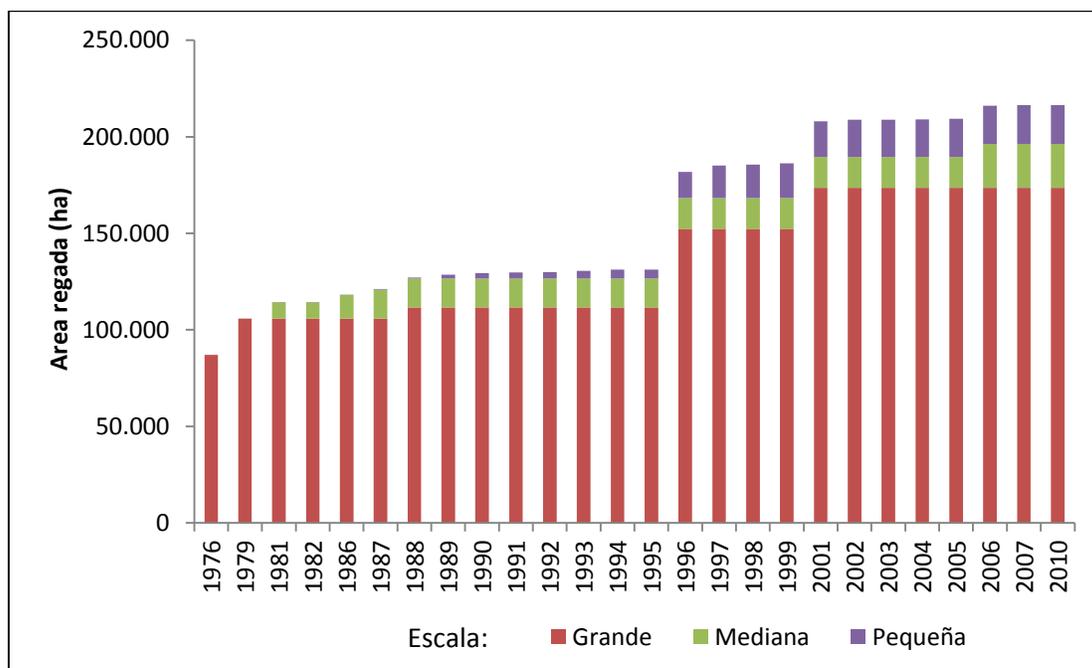
	1990	1995	2000	2005	2011
Alto Magdalena	15.7	15.7	15.2	16.0	13.3
Medio Magdalena	16.9	17.0	20.9	21.2	21.2
Bajo Magdalena	10.0	10.4	7.2	6.7	6.4
Alto Cauca	11.5	10.3	10.8	10.9	11.5
Medio Cauca	3.1	2.7	3.1	3.1	2.8
Bajo Cauca	3.1	3.3	4.8	3.4	3.6
Magdalena-Cauca	60.3	59.3	61.9	61.5	58.7
Catatumbo	1.9	1.7	2.6	3.1	3.2
Guajira	1.1	1.1	0.8	0.8	0.7
Litoral	1.1	1.1	1.4	1.2	1.1
Urabá	5.9	5.4	7.8	6.5	6.1
Caribe	9.9	9.3	12.7	11.5	11.2
Amazonas	6.1	5.7	2.2	2.2	2.3
Orinoco	13.8	16.7	15.3	15.2	18.3
Pacifico	9.8	9.0	7.9	9.6	9.6
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Cálculo UT Macrocuencas con información de (DANE).

Área en Cultivos y Área Potencial para el Sector Agrícola.

La primera tendencia que se presenta es la inversión pública en distritos de riego, medida en miles de hectáreas con diferenciación entre distritos grandes de más de 500 hectáreas y pequeño de menos de 500 hectáreas. Puede verse que entre 1945 y 1980 se mantuvo una tendencia creciente de inversión en distritos de riego grandes, pero durante el periodo de 1980 a 2005 no se presentó inversión alguna, desde este último año se dio de nuevo una importante inversión en distritos de riego grandes, alrededor de 29 distritos equivalentes aproximadamente a 325 mil hectáreas irrigadas. Durante el periodo en que no hubo inversión en distritos grandes, se dio en pequeños, 566 distritos que alcanzaron alrededor de 50 mil hectáreas irrigadas.

Ilustración 2.88. Tendencia área bajo riego - Magdalena-Cauca.



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de (SIGOT, 2010)

A continuación se muestra un análisis por cultivos y por departamentos del sector agrícola en Colombia.

De acuerdo a lo que se muestra en la Tabla 2.89, el cultivo más importante en Colombia al 2011 es el café con casi un 30% del total de área cultivada en Colombia a 2011, mostrando una ventaja considerable con relación al plátano (14,16%) y la palma de aceite (13,65%) que ocupan el segundo y tercer lugar respectivamente. Otros cultivos de importancia significativa son la caña de azúcar y panelera, yuca, cacao, banano de exportación, ñame, cítricos, banano, aguacate, fique, mango y plátano de exportación.

Tabla 2.89. Principales cultivos en Colombia a 2011

Cultivo	Área Cultivada 2011 (ha)	Porcentaje
Café	712.377	28,55%
Plátano	353.297	14,16%
Palma de aceite	340.669	13,65%
Caña panelera	196.416	7,87%
Caña de azúcar	181.427	7,27%
Yuca	172.558	6,92%
Cacao	133.098	5,33%
Banano de exportación	48.662	1,95%
Ñame	32.568	1,31%

Cultivo	Área Cultivada 2011 (ha)	Porcentaje
Cítricos	28.848	1,16%
Banano	27.544	1,10%
Aguacate	24.513	0,98%
Fique	18.595	0,75%
Mango	18.369	0,74%
Plátano de exportación	18.074	0,72%
Otros	188.266	7,54%
Total	2.495.282	100%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información (AGRONET, 2012)

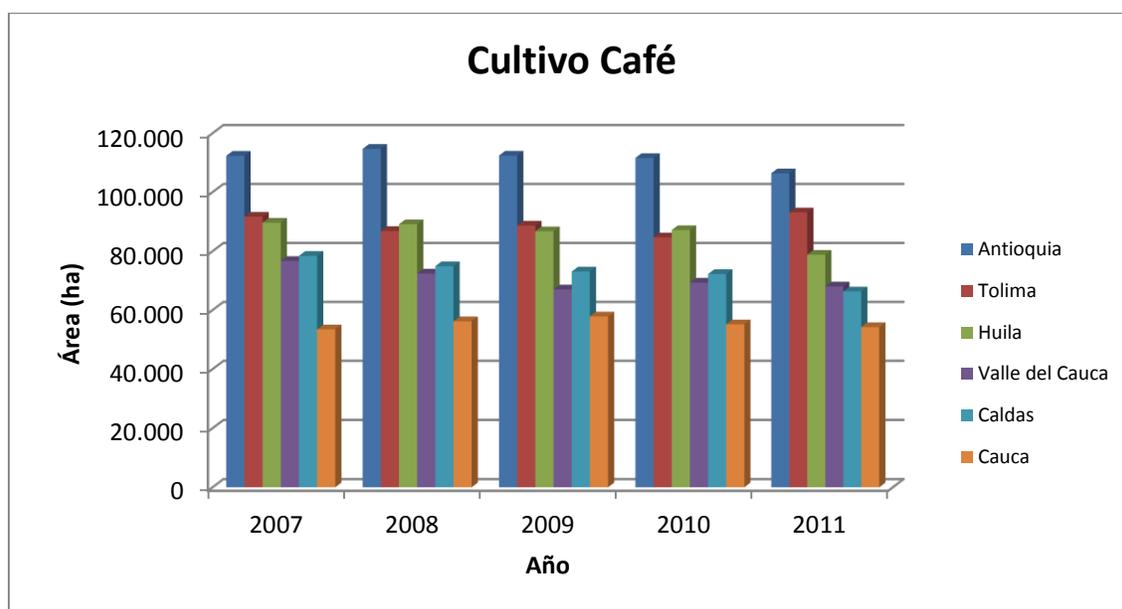
A pesar de que según los datos del 2011, el café continúa siendo el cultivo con mayor área en el país, en los últimos años ha venido presentando un descenso el número de hectáreas cultivadas (Ilustración 2.89). Esta tendencia es posible observarla de manera general en los departamentos con áreas más representativas para este cultivo.

Ilustración 2.89. Área cultivada de café a nivel nacional.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información (AGRONET, 2012)

Ilustración 2.90. Área cultivada de café en los 6 departamentos con mayor área sembrada de este cultivo.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información (AGRONET, 2012)

Según se observa en la Tabla 2.90 los departamentos en Colombia con mayor área cultivada son Antioquia, Valle del Cauca y Santander, los cuales unidos representan casi el 30% del total del área cultivada en el país, también tienen una participación importante los departamentos del Meta, Tolima, Cauca, Huila, Cundinamarca, Nariño y Caldas.

Tabla 2.90. Área cultivada por departamento en Colombia

Departamento	Área cultivada 2011 (ha)	Porcentaje
Antioquia	276.060	11,06%
Valle del Cauca	260.761	10,45%
Santander	201.792	8,09%
Meta	162.092	6,50%
Tolima	153.328	6,14%
Cauca	140.272	5,62%
Huila	134.955	5,41%
Cundinamarca	128.730	5,16%
Nariño	124.176	4,98%
Caldas	105.970	4,25%
Norte de Santander	91.447	3,66%
Magdalena	87.918	3,52%
Cesar	86.078	3,45%
Bolívar	82.026	3,29%
Risaralda	77.993	3,13%
Quindío	58.764	2,35%

Departamento	Área cultivada 2011 (ha)	Porcentaje
Córdoba	56.081	2,25%
Arauca	47.259	1,89%
Boyacá	47.165	1,89%
Chocó	32.184	1,29%
Casanare	30.320	1,22%
Caquetá	29.626	1,19%
Sucre	27.735	1,11%
La Guajira	16.552	0,66%
Putumayo	14.689	0,59%
Atlántico	10.843	0,43%
Guaviare	5.709	0,23%
Vichada	1.853	0,07%
Amazonas	1.372	0,05%
Guainía	1.122	0,04%
Vaupés	411	0,02%
San Andrés y Providencia	N.D.	
Total	2.495.282	100,00%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información (AGRONET, 2012)

A continuación se presentaran los datos correspondientes a los cultivos más importantes en los 10 departamentos con mayor área cultivada en Colombia.

En la siguiente tabla se puede observar que en Antioquia el cultivo con mayor área sembrada en el 2010 es el café (111.602 ha) con una amplia ventaja sobre los demás cultivos. El plátano es el segundo cultivo más importante con 41.573 ha sembradas en el 2010 y la caña panelera es el tercero con 39.182 ha sembradas en el 2010.

Tabla 2.91. Área (ha) de los cultivos principales en el departamento de Antioquía

Cultivo	1990	1995	2000	2005	2010
Café	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	111.603
Plátano	39.632	40.639	48.595	44.065	41.573
Caña panelera	32.864	37.560	37.148	40.089	39.182
Banano de exportación	22.274	26.824	29.586	32.329	31.439
Plátano de exportación	7.000	12.139	13.899	17.304	15.240
Otros	208.885	176.514	143.567	144.615	93.821
Total	310.655	293.675	272.795	278.402	332.858

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (AGRONET, 2012)

En la siguiente tabla se puede observar que en el Valle del Cauca el cultivo con mayor área sembrada en el 2010 es la caña de azúcar (134.563 ha) con una amplia ventaja sobre los demás cultivos. El café es el segundo cultivo más importante con 69.332 ha sembradas en el 2010 y el plátano es el tercero con 21.428 ha sembradas en el 2010.

Tabla 2.92. Área (ha) de los cultivos principales en el departamento del Valle del Cauca

Cultivo	1990	1995	2000	2005	2010
Caña de azúcar	84.520	146.657	172.828	138.068	134.563
Café	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	69.332
Plátano	24.954	25.644	13.661	15.621	21.428
Banano	N.D.	8.704	4.208	6.265	7.370
Caña panelera	7.105	6.934	5.072	5.837	6.568
Otros	152.999	102.008	63.249	82.838	46.985
Total	269.578	289.947	259.018	248.629	286.246

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (AGRONET, 2012)

En la siguiente tabla se puede observar que en Santander el cultivo con mayor área sembrada en el 2010 es la palma de aceite (53.496 ha). El café es el segundo cultivo más importante con 39.001 ha sembradas en el 2010 y el cacao es el tercero con 36.777 ha sembradas en el 2010.

Tabla 2.93. Área (ha) de los cultivos principales en el departamento de Santander

Cultivo	1990	1995	2000	2005	2010
Palma de aceite	12.000	17.500	20.000	36.089	53.496
Café	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	39.001
Cacao	29.225	46.919	40.211	42.002	36.777
Caña panelera	19.487	16.104	18.399	22.930	17.132
Plátano	12.641	17.646	9.609	12.346	10.872
Otros	130.158	131.486	99.307	103.688	65.262
Total	203.511	229.655	187.526	217.055	222.540

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información (AGRONET, 2012)

En la siguiente tabla se puede observar que en el Meta el cultivo con mayor área sembrada en el 2010 es la palma (100.573 ha) con una amplia ventaja sobre los demás cultivos. El plátano es el segundo cultivo más importante con 14.087 ha sembradas en el 2010 y los cítricos son el tercero con 5.147 ha sembradas en el 2010.

Tabla 2.94. Área (ha) de los cultivos principales en el departamento del Meta

Cultivo	1990	1995	2000	2005	2010
Palma de aceite	26.000	42.896	47.525	47.375	100.573
Plátano	13.000	23.023	17.424	15.297	14.087
Cítricos	N.D.	1.654	2.710	3.113	5.147
Yuca	6.100	3.177	4.072	4.434	3.511
Cacao	6.600	1.300	429	1.076	2.824
Otros	186.080	129.374	138.421	148.565	103.674

Cultivo	1990	1995	2000	2005	2010
Total	237.780	201.424	210.581	219.860	229.816

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información (AGRONET, 2012)

En la siguiente tabla se puede observar que en el Tolima el cultivo con mayor área sembrada en el 2010 es el café (84.659 ha) con una amplia ventaja sobre los demás cultivos. El plátano es el segundo cultivo más importante con 17.522 ha sembradas en el 2010 y la caña panelera es el tercero con 10.423 ha sembradas en el 2010.

Tabla 2.95. Área (ha) de los cultivos principales en el departamento del Tolima

Cultivo	1990	1995	2000	2005	2010
Café	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	84.659
Plátano	5.291	26.330	32.136	29.377	17.522
Caña panelera	12.198	13.968	15.036	14.719	10.423
Cacao	6.735	7.042	7.537	7.971	7.169
Aguacate	N.D.	2.726	2.698	5.142	5.835
Otros	237.820	199.330	202.446	216.971	124.738
Total	262.044	249.396	259.853	274.180	250.346

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (AGRONET, 2012)

En la siguiente tabla se puede observar que en el Cauca el cultivo con mayor área sembrada en el 2010 es el café (55.162 ha). La caña de azúcar es el segundo cultivo más importante con 33.252 ha sembradas en el 2010 y caña panelera es el tercero con 13.376 ha sembradas en el 2010.

Tabla 2.96. Área (ha) de los cultivos principales en el departamento del Cauca

Cultivo	1990	1995	2000	2005	2010
Café	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	55.162
Caña de azúcar	20.700	25.000	36.732	33.984	33.252
Caña panelera	6.217	14.441	12.996	14.225	13.376
Plátano	8.617	8.550	7.506	12.452	11.407
Fique	7.969	8.200	7.563	8.278	8.639
Otros	46.493	34.525	37.364	32.890	22.157
Total	89.996	90.716	102.160	101.829	143.993

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información (AGRONET, 2012)

En la siguiente tabla se puede observar que en el Huila el cultivo con mayor área sembrada en el 2010 es el café (87.140 ha) con una amplia ventaja sobre los demás cultivos. El plátano es el segundo cultivo más importante con 26.124 ha sembradas en el 2010 y el cacao es el tercero con 7.863 ha sembradas en el 2010.

Tabla 2.97. Área (ha) de los cultivos principales en el departamento del Huila

Cultivo	1990	1995	2000	2005	2010
Café	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	87.140
Plátano	14.425	38.472	26.766	25.518	26.124
Cacao	12.120	12.559	9.118	9.371	7.863
Caña panelera	7.014	8.488	9.383	6.566	5.925
Yuca	3.591	3.064	4.770	4.753	3.554
Otros	114.577	93.440	81.249	104.601	58.129
Total	151.727	156.023	131.286	150.808	188.733

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (AGRONET, 2012)

En la siguiente tabla se puede observar que en Cundinamarca el cultivo con mayor área sembrada en el 2010 es la caña panelera (44.854 ha). El café es el segundo cultivo más importante con 44.264 ha sembradas en el 2010 y la palma de aceite es el tercero con 5.321 ha sembradas en el 2010.

Tabla 2.98. Área (ha) de los cultivos principales en el departamento de Cundinamarca

Cultivo	1990	1995	2000	2005	2010
Caña panelera	42.610	52.474	50.010	42.745	44.854
Café	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	44.264
Palma de aceite	2.500	3.500	4.142	2.241	5.321
Mango	0	2.388	2.981	6.084	7.508
Plátano	10.635	11.708	10.811	10.537	7.002
Otros	131.315	128.785	150.046	145.804	90.913
Total	187.060	198.855	217.990	207.411	199.862

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (AGRONET, 2012)

En la siguiente tabla se puede observar que en Nariño el cultivo con mayor área sembrada en el 2010 es el café (23.504ha) con una amplia ventaja sobre los demás cultivos. El plátano es el segundo cultivo más importante con 22.075 ha sembradas en el 2010 y la caña panelera es el tercero con 11.341 ha sembradas en el 2010.

Tabla 2.99. Área (ha) de los cultivos principales en el departamento de Nariño

Cultivo	1990	1995	2000	2005	2010
Café	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	23.504
Plátano	7.005	13.920	25.120	21.404	22.075
Caña panelera	16.479	14.968	9.447	10.166	11.341
Cacao	20.526	14.548	3.950	10.553	10.832
Palma de aceite	8.930	12.000	18.776	22.660	6.204
Otros	135.115	109.275	91.721	104.884	83.223
Total	188.055	164.711	149.014	169.667	157.179

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (AGRONET, 2012)

En la siguiente tabla se puede observar que en el Valle del Cauca el cultivo con mayor área sembrada en el 2010 es el café (72.241 ha) con una amplia ventaja sobre los demás cultivos. El plátano es el segundo cultivo más importante con 19.242 ha sembradas en el 2010 y la caña panelera es el tercero con 9.670 ha sembradas en el 2010.

Tabla 2.100. Área (ha) de los cultivos principales en el departamento de Caldas

Cultivo	1990	1995	2000	2005	2010
Café	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	72.241
Plátano	29.422	23.485	18.145	17.825	19.242
Caña panelera	10.668	8.088	13.574	10.892	9.670
Caña de azúcar	2.200	2.961	3.479	2.134	2.194
Cacao	4.268	1.533	844	660	2.160
Otros	9.865	14.191	17.681	10.691	8.628
Total	56.423	50.258	53.723	42.202	114.134

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (AGRONET, 2012)

2.4.4.1.1 Alto Magdalena

Como se puede observar en la Tabla 2.101, en la zona hidrográfica del Alto Magdalena los cultivos con mayor área en el 2008 son el café (33,5%), arroz riego (22,1%), plátano (8,2%), maíz tradicional (8,0%) y papa (5,0%).

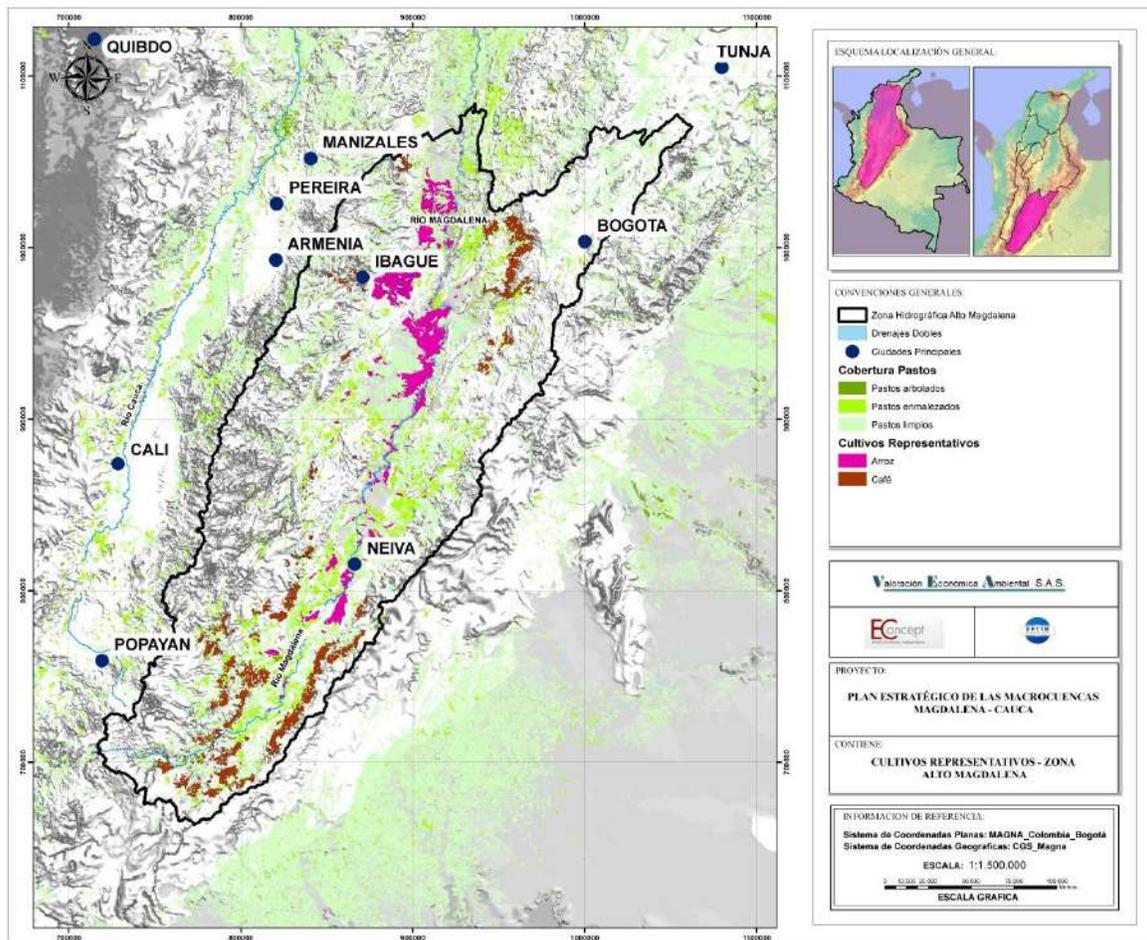
Tabla 2.101. Cultivos principales en la zona hidrográfica del Alto Magdalena

Cultivo	Área (ha)	Porcentaje
Café	218.113	33,5%
Arroz riego	143.915	22,1%
Plátano	53.085	8,2%
Maíz tradicional	52.321	8,0%
Papa	32.658	5,0%
Otros	150.599	23,1%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.91 se puede observar la ubicación de los cultivos de arroz y café en la zona Alto Magdalena.

Ilustración 2.91. Principales cultivos en la zona hidrográfica Alto Magdalena



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Las subzonas hidrográficas con mayor área cultivada son: en primer lugar la del Río Bogotá, seguida por el Río Lagunilla y el Otros Directos al Magdalena y por el Río Luisa y otros directos al Magdalena; sin embargo, según se puede observar en la Tabla 2.102 en la subzona del Río Bogotá el área cultivada corresponde solo al 14,13% del área potencial cultivable en la subzona y al 11,65% del total del área de la subzona. En el caso de la subzona del Río Lagunilla el porcentaje cultivado con respecto al potencial es de 24,60% y con respecto al total es del 21,95%. La subzona del Río Luisa es la que presenta un mayor porcentaje de área cultivada con respecto a la potencial cultivable en toda la subzona (46,21%). El promedio general en el Alto Magdalena del porcentaje de área cultivada con respecto al área potencial cultivable es de 17,75%.

Tabla 2.102. Subzonas hidrográficas de la zona hidrográfica del Alto Magdalena

Subzona	A. Total (ha)	A. Potencial (ha)	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada	% Cultivado del Potencial	% Cultivado del Total
Río Bogotá	593.729	489.763	69.192	10,60%	14,13%	11,65%

Subzona	A. Total (ha)	A. Potencial (ha)	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada	% Cultivado del Potencial	% Cultivado del Total
Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	275.355	245.672	60.427	9,30%	24,60%	21,95%
Río Luisa y otros directos al Magdalena	107.616	97.583	45.092	6,90%	46,21%	41,90%
Alto Magdalena	253.014	132.102	39.947	6,10%	30,24%	15,79%
Río Páez	520.870	306.057	31.249	4,80%	10,21%	6,00%
Río Coello	183.669	125.576	28.829	4,40%	22,96%	15,70%
Río Suaza	142.237	105.716	28.337	4,40%	26,80%	19,92%
Río Aipe y otros directos al Magdalena	260.693	221.237	27.283	4,20%	12,33%	10,47%
Ríos directos Magdalena (md)	115.004	83.685	27.262	4,20%	32,58%	23,71%
Río Seco y otros Directos al Magdalena	177.290	170.591	23.759	3,70%	13,93%	13,40%
Río Fortalecillas y otros	221.742	167.603	23.718	3,60%	14,15%	10,70%
Río Totaré	143.979	121.707	23.295	3,60%	19,14%	16,18%
Ríos Directos al Magdalena (mi)	154.407	106.177	22.860	3,50%	21,53%	14,81%
Río Neiva	107.076	80.267	20.356	3,10%	25,36%	19,01%
Río Prado	167.613	131.331	19.615	3,00%	14,94%	11,70%
Río Sumapaz	304.832	257.200	16.961	2,60%	6,59%	5,56%
Río Cucuana	186.642	136.676	14.979	2,30%	10,96%	8,03%
Río Tetuán	140.387	125.763	13.852	2,10%	11,01%	9,87%
Bajo Saldaña	37.132	32.351	13.719	2,10%	42,41%	36,95%
Río Baché	116.851	94.531	12.547	1,90%	13,27%	10,74%
Río Atá	153.517	86.542	11.475	1,80%	13,26%	7,47%
Alto Saldaña	258.394	150.750	11.084	1,70%	7,35%	4,29%
Río Cabrera	280.889	181.452	10.283	1,60%	5,67%	3,66%
Directos Magdalena	103.599	97.556	9.552	1,50%	9,79%	9,22%
Río Amoyá	145.227	98.656	9.246	1,40%	9,37%	6,37%
Río Timaná y otros directos al Magdalena	38.228	35.739	9.049	1,40%	25,32%	23,67%
Medio Saldaña	75.042	67.339	7.512	1,20%	11,16%	10,01%
Río Opía	55.313	47.626	7.340	1,10%	15,41%	13,27%
Río Yaguará	93.741	72.603	7.177	1,10%	9,89%	7,66%
Juncal y otros Rios directos al Magdalena	45.185	39.391	4.694	0,70%	11,92%	10,39%
Total	5.449.619	4.135.540	650.691	100%		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008); IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona del Río Bogotá el cultivo más representativo en área cultivada es la papa con casi el 40% del área total cultivada en la subzona, seguido por el maíz tradicional y el café. El mango y la zanahoria también tienen una participación importante.

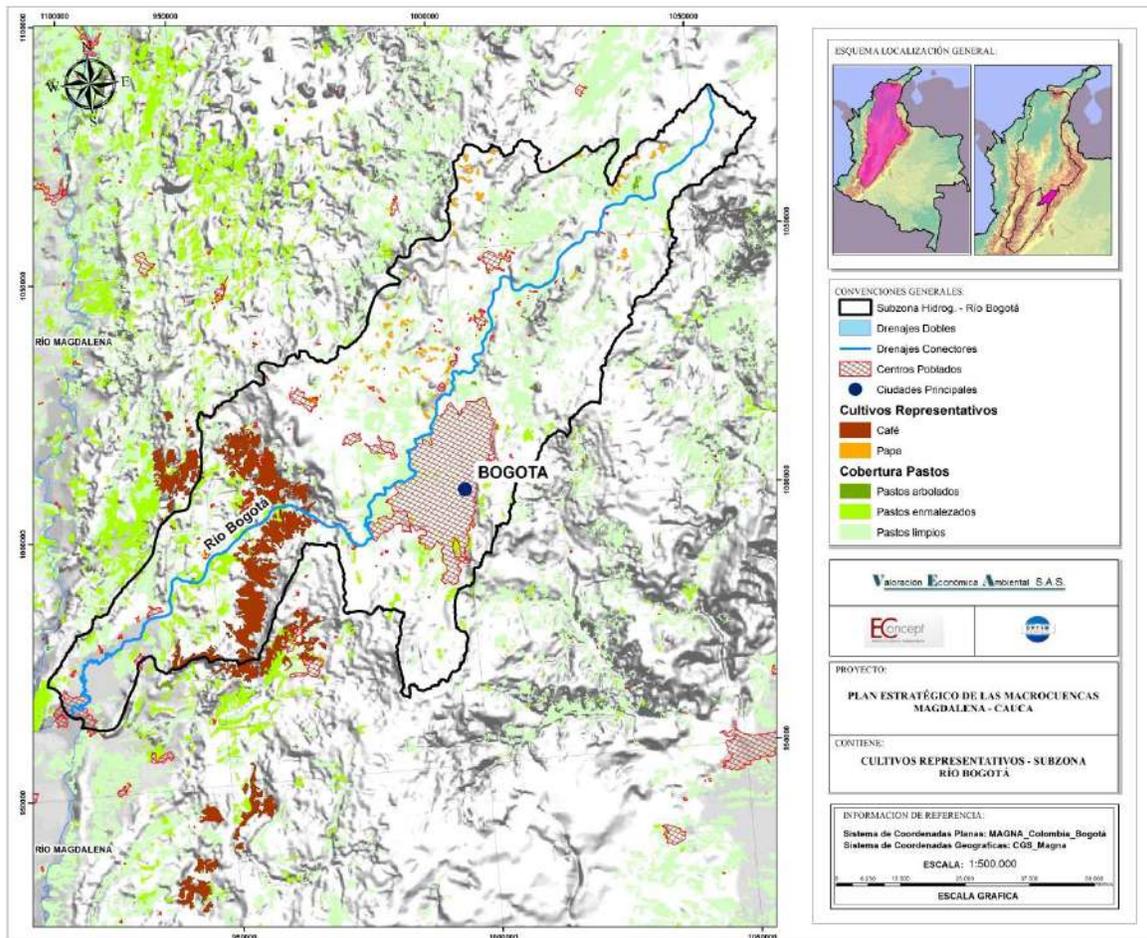
Tabla 2.103. Cultivos principales en la subzona Río Bogotá

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Papa	27.272	39,4%
Maíz tradicional	10.492	15,2%
Café	9.855	14,2%
Mango	7.463	10,8%
Zanahoria	3.550	5,1%
Otros	10.560	15,3%
Total	69.192	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.92 se muestran los cultivos de café y papa en la subzona del Río Bogotá.

Ilustración 2.92. Cultivos principales subzona hidrográfica Río Bogotá



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona del Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena el cultivo más representativo en área cultivada es el arroz riego, seguido por el café y el plátano. El maíz tradicional y la caña de azúcar panelera también tienen una participación importante.

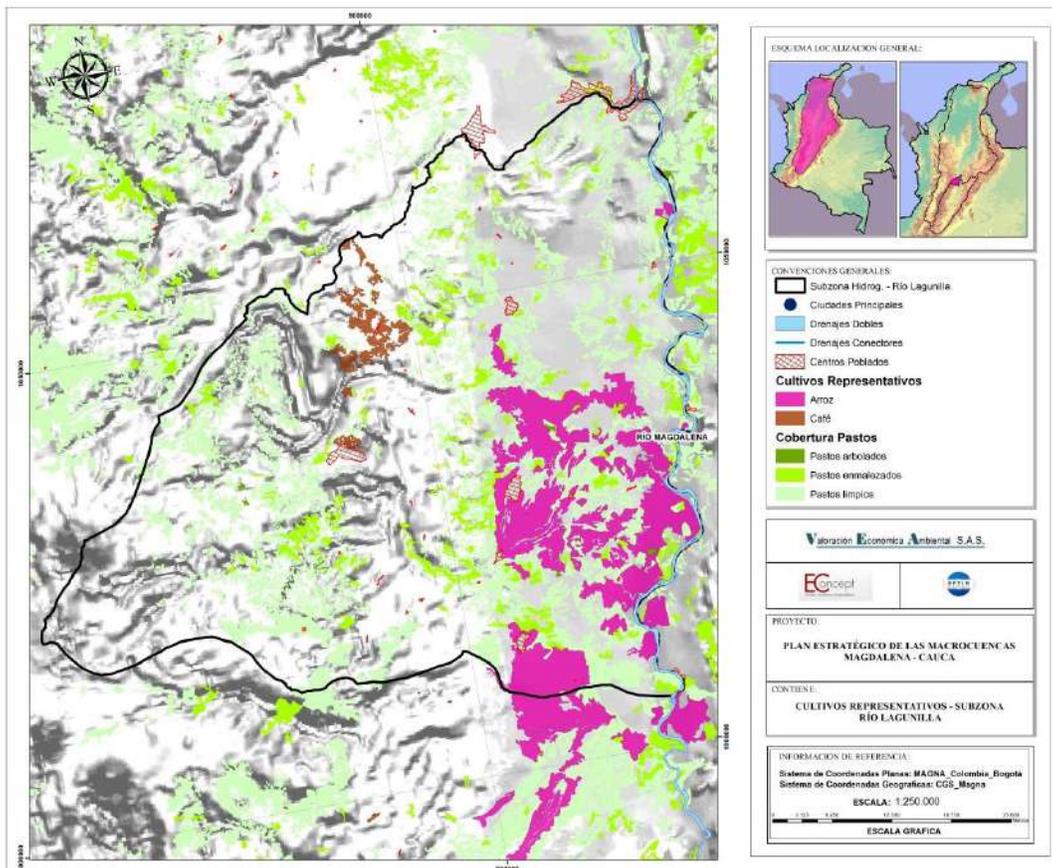
Tabla 2.104. Cultivos principales en la subzona hidrográfica del Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Arroz riego	23.175	38,4%
Café	17.697	29,3%
Plátano	5.251	8,7%
Maíz tradicional	3.381	5,6%
Caña azúcar panela	3.074	5,1%
Otros	7.849	13,0%
Total	60.427	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.93 se muestra la ubicación de los cultivos de arroz y café en la subzona Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena

Ilustración 2.93. Cultivos principales subzona hidrográfica Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09

En la subzona del Río Luisa y otros directos al Magdalena el cultivo con mayor área sembrada es el arroz riego, seguido por el algodón y el maíz tecnificado. También son importantes el sorgo y el café.

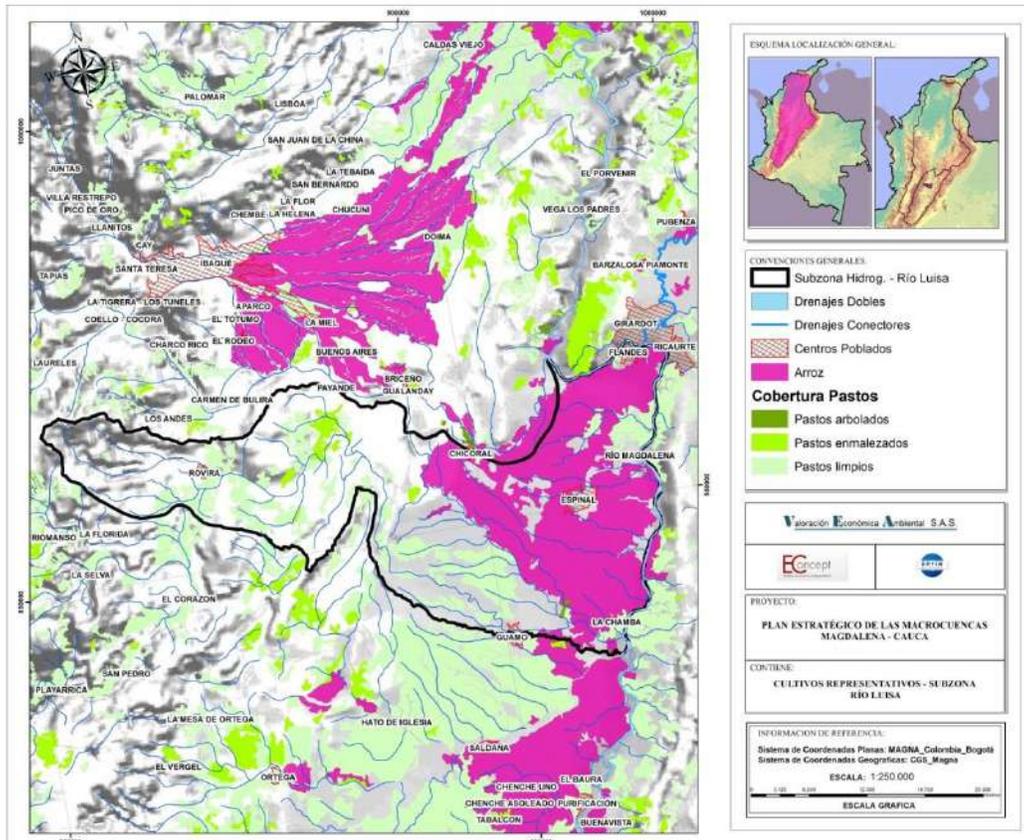
Tabla 2.105. Cultivos principales en la subzona hidrográfica del Río Luisa y otros directos al Magdalena

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Arroz riego	24.176	53,6%
Algodón	5.694	12,6%
Maíz tecnificado	3.857	8,6%
Sorgo	2.709	6,0%
Café	2.212	4,9%
Otros	6.444	14,3%
Total	45.092	100%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.94 se muestra la ubicación de los cultivos arroz en la subzona Río Luisa y otros directos al Magdalena.

Ilustración 2.94. Cultivos principales subzona hidrográfica Río Luisa y otros directos al Magdalena



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09

2.4.4.1.2 Medio Magdalena

Como se puede observar en la Tabla 2.106, en la zona hidrográfica del Medio Magdalena los cultivos con mayor área en el 2008 son el café (18,4%), caña de azúcar panelera (17,6%), palma africana (15,8%), maíz tradicional (10,9%) y cacao (9,4%).

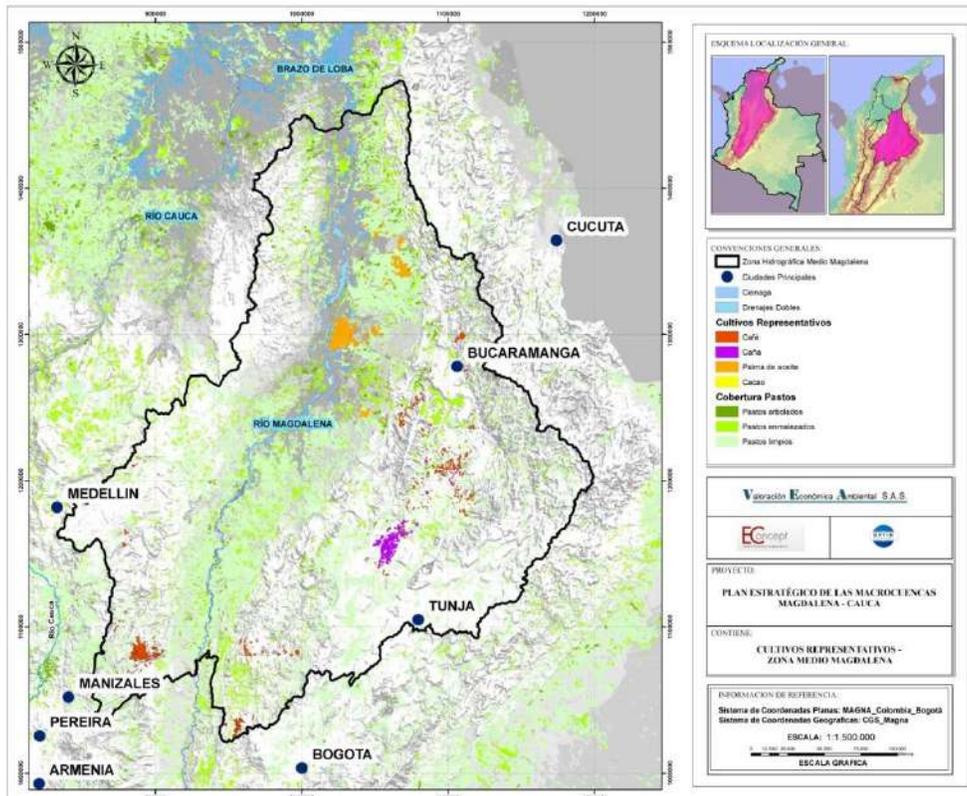
Tabla 2.106. Cultivos principales en la zona hidrográfica del Medio Magdalena

Cultivo	Área (ha)	Porcentaje
Café	119.697	18,4%
Caña azúcar panela	114.698	17,6%
Palma africana	102.689	15,8%
Maíz tradicional	71.103	10,9%
Cacao	61.348	9,4%
Otros	181.113	27,8%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.95 se puede observar la ubicación de los cultivos de café, caña, palma de aceite y cacao en la zona hidrográfica Medio Magdalena.

Ilustración 2.95. Principales cultivos en la zona hidrográfica Medio Magdalena



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Las subzonas hidrográficas con mayor área cultivada en la zona Medio Magdalena son: en primer lugar la del Río Lebrija, seguida por el Río Suárez y por el Río Negro. Según se puede observar en la Tabla 2.107, en la subzona del Río Lebrija el área cultivada corresponde solo al 14,56% del área potencial cultivable en la subzona y al 12,01% del total del área de la subzona. En el caso de la subzona del Río Suárez el porcentaje de área cultivada con respecto al área potencial cultivable es de 14,82% y con respecto al área total es del 12,73%. Para la subzona del Río Negro es el porcentaje de área cultivada con respecto a la potencial es de 16,79% y con respecto al área total es de 14,90%. El promedio general en el Medio Magdalena del porcentaje de área cultivada con respecto al área potencial cultivable es de 9,92% y el promedio del área cultivada con respecto al área total de la zona del medio magdalena es de 7,89%.

Tabla 2.107. Subzonas hidrográficas en la zona hidrográficas del Medio Magdalena

Subzona	A. Total (ha)	A. Potencial (ha)	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada	% Cultivado del Potencial	% Cultivado del Total
Río Lebrija	964.183	795.725	115.827	17,80%	14,56%	12,01%
Río Suárez	785.685	693.697	99.998	15,40%	14,42%	12,73%
Río Negro	457.212	405.597	68.109	10,50%	16,79%	14,90%
Río Chicamocha	958.403	867.222	48.626	7,50%	5,61%	5,07%
Río Nare	560.006	421.271	41.280	6,30%	9,80%	7,37%
Río Opón	431.847	331.152	39.306	6,00%	11,87%	9,10%
Río Sogamoso	340.844	280.763	38.511	5,90%	13,72%	11,30%
Río Samaná	240.037	167.365	32.124	4,90%	19,19%	13,38%
Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	292.344	258.927	31.816	4,90%	12,29%	10,88%
Río Carare (Minero)	728.263	566.236	30.948	4,80%	5,47%	4,25%
Brazo Morales	710.115	456.993	26.759	4,10%	5,86%	3,77%
Río Fonce	241.081	192.053	19.284	3,00%	10,04%	8,00%
Río Gualí	87.633	71.348	16.424	2,50%	23,02%	18,74%
Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	359.555	290.732	12.842	2,00%	4,42%	3,57%
Río Guarinó	83.513	61.979	12.064	1,90%	19,46%	14,45%
Río Cimitarra	497.248	235.562	9.308	1,40%	3,95%	1,87%
Directos Magdalena Medio (mi)	148.446	110.474	3.261	0,50%	2,95%	2,20%
Directos al Magdalena Medio	268.478	212.978	2.000	0,30%	0,94%	0,74%
Directos Magdalena (mi)	96.587	77.413	1.197	0,20%	1,55%	1,24%
Directos al Magdalena (md)	43.478	37.129	965	0,10%	2,60%	2,22%
Total	8.293.855	6.504.153	650.647	100%		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008); IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona del Río Lebrija el cultivo con mayor área sembrada es la palma africana el cual representa más del 60% del área total cultivada en la subzona, la palma esta seguida por el maíz tradicional y el cacao. También son importantes el café y la piña.

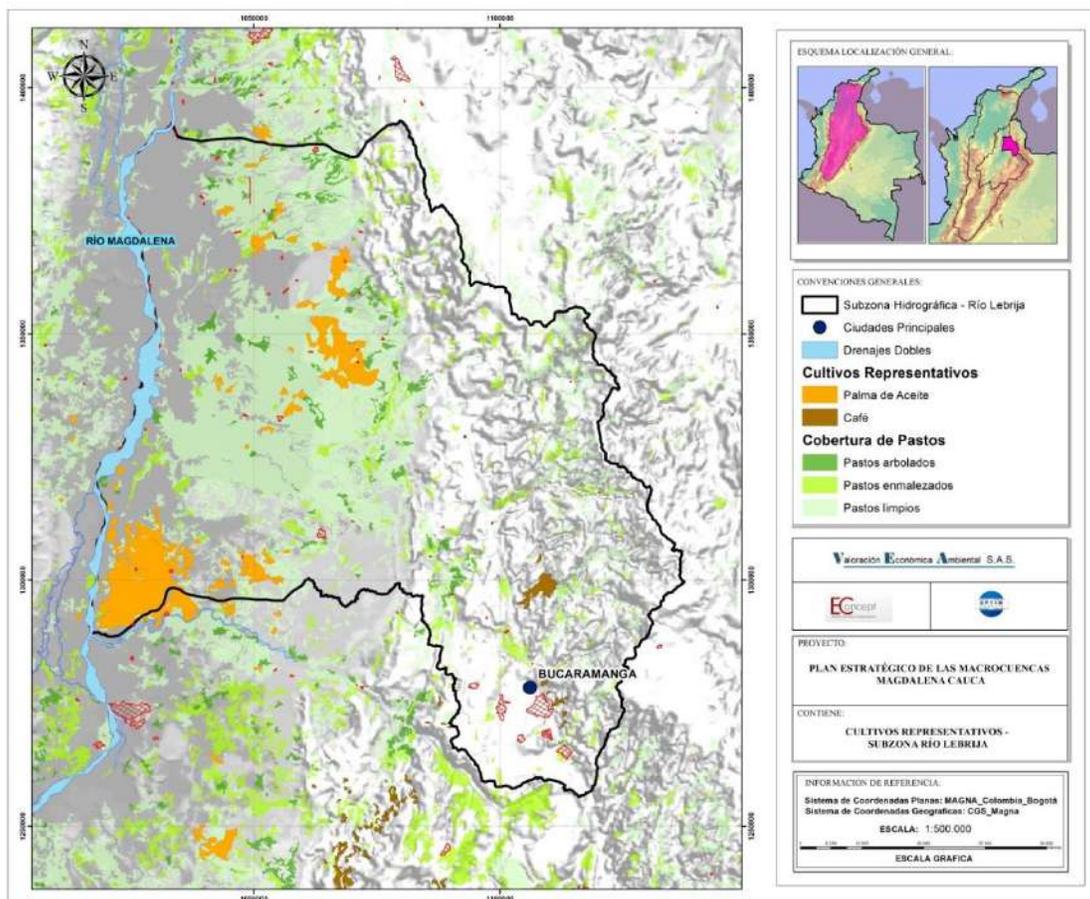
Tabla 2.108. Cultivos principales en la subzona hidrográfica del Río Lebrija

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Palma africana	70.159	60,6%
Maíz tradicional	10.172	8,8%
Cacao	8.139	7,0%
Café	6.243	5,4%
Piña	5.377	4,6%
Otros	15.737	13,6%
Total	115.827	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.96 se muestra la ubicación de los cultivos de palma de aceite y café en la subzona Río Lebrija.

Ilustración 2.96. Cultivos principales subzona hidrográfica Río Lebrija



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona del Río Suárez el cultivo más representativo en área cultivada es la caña de azúcar panelera, seguida por el café y la papa. El maíz y la guayaba también tienen una participación importante.

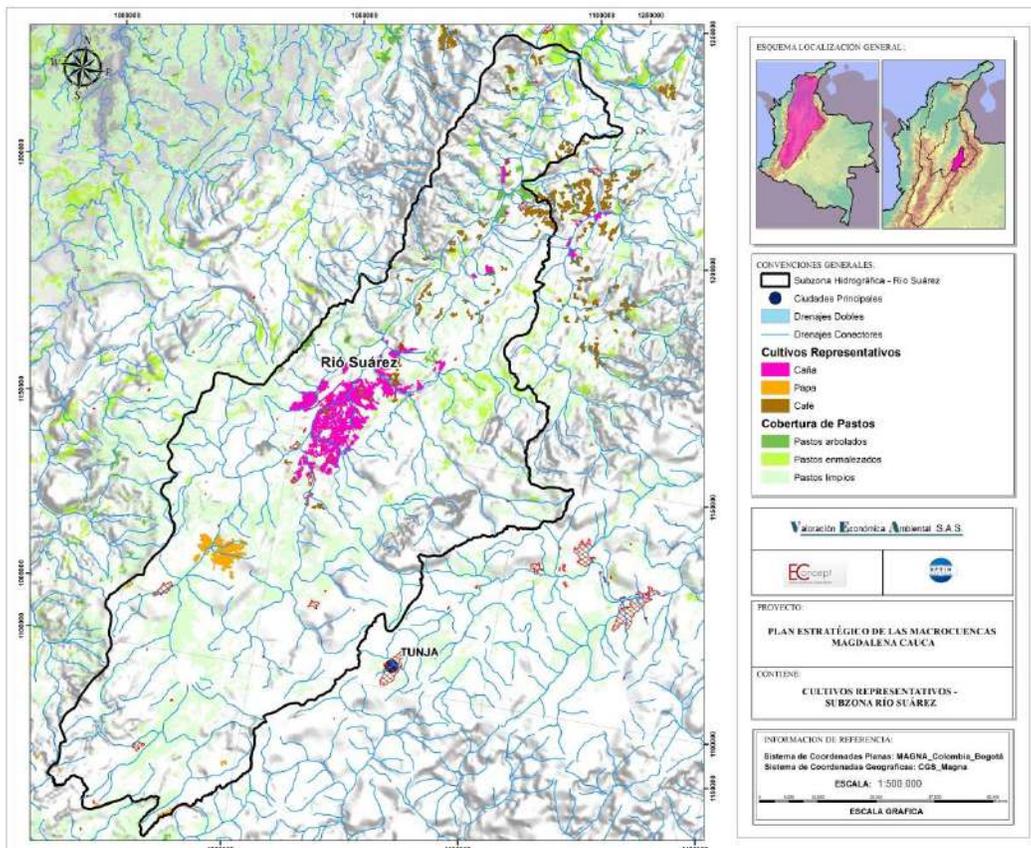
Tabla 2.109. Cultivos principales en la subzona hidrográfica del Río Suárez

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Caña azúcar panela	38.956	39,0%
Café	18.351	18,4%
Papa	17.948	17,9%
Maíz tradicional	8.634	8,6%
Guayaba	4.065	4,1%
Otros	12.045	12,0%
Total	99.998	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.97 se muestra la ubicación de los cultivos de caña, papa y café en la subzona Río Suárez.

Ilustración 2.97. Cultivos principales subzona hidrográfica Río Suárez



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona del Río Negro el cultivo más representativo en área cultivada es la caña de azúcar panelera, seguida por el café y el maíz tradicional. El plátano y el cacao también tienen una participación importante.

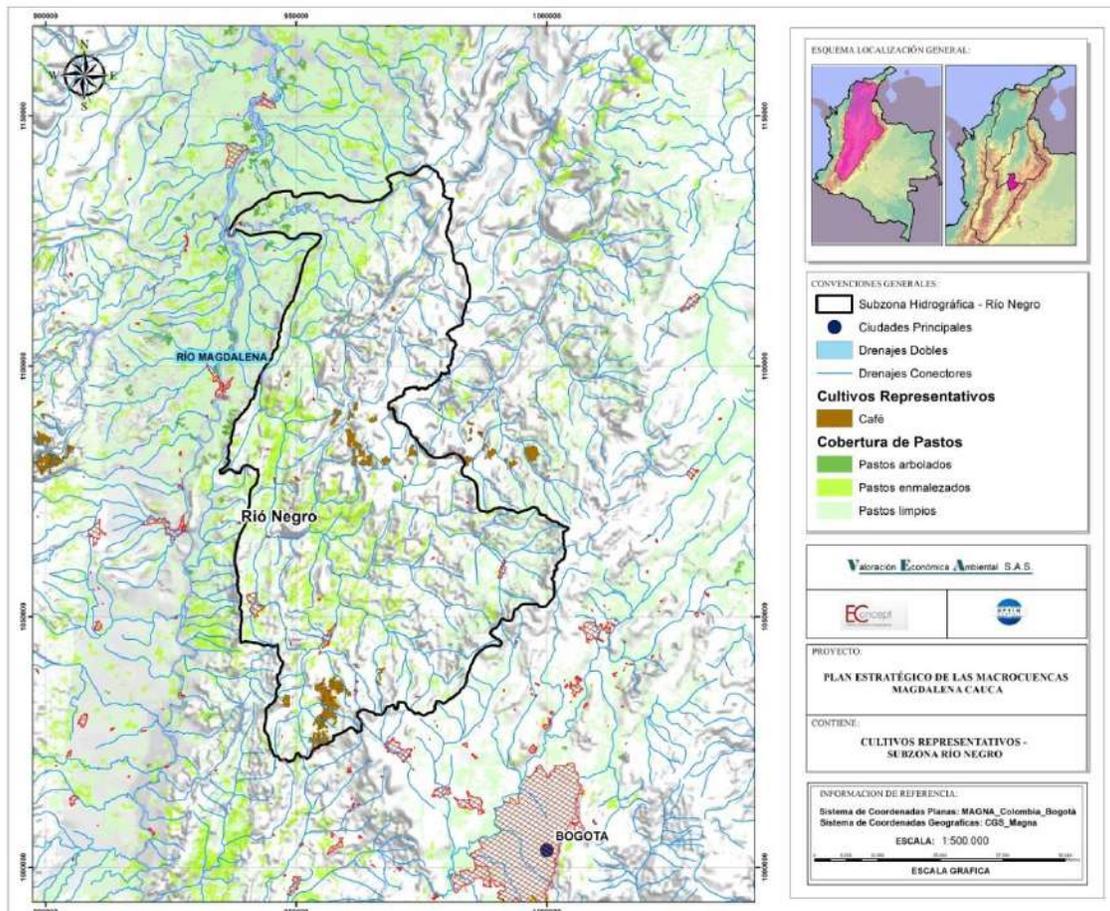
Tabla 2.110. Cultivos principales en la subzona hidrográfica del Río Negro

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Caña azúcar panela	36.246	53,2%
Café	14.382	21,1%
Maíz tradicional	8.731	12,8%
Plátano	4.522	6,6%
Cacao	2.596	3,8%
Otros	1.632	2,4%
Total	68.109	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.98 se muestra la ubicación de los cultivos de café en la subzona Río Negro.

Ilustración 2.98. Cultivos principales subzona hidrográfica Río Negro



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

2.4.4.1.3 Bajo Magdalena

Como se puede observar en la Tabla 2.111, en la zona hidrográfica del Bajo Magdalena los cultivos con mayor área en el 2008 son el maíz tradicional (36,9%), palma africana (23,8%), café (12,6%), arroz riego (5,8%) y banano exportación (4,1%).

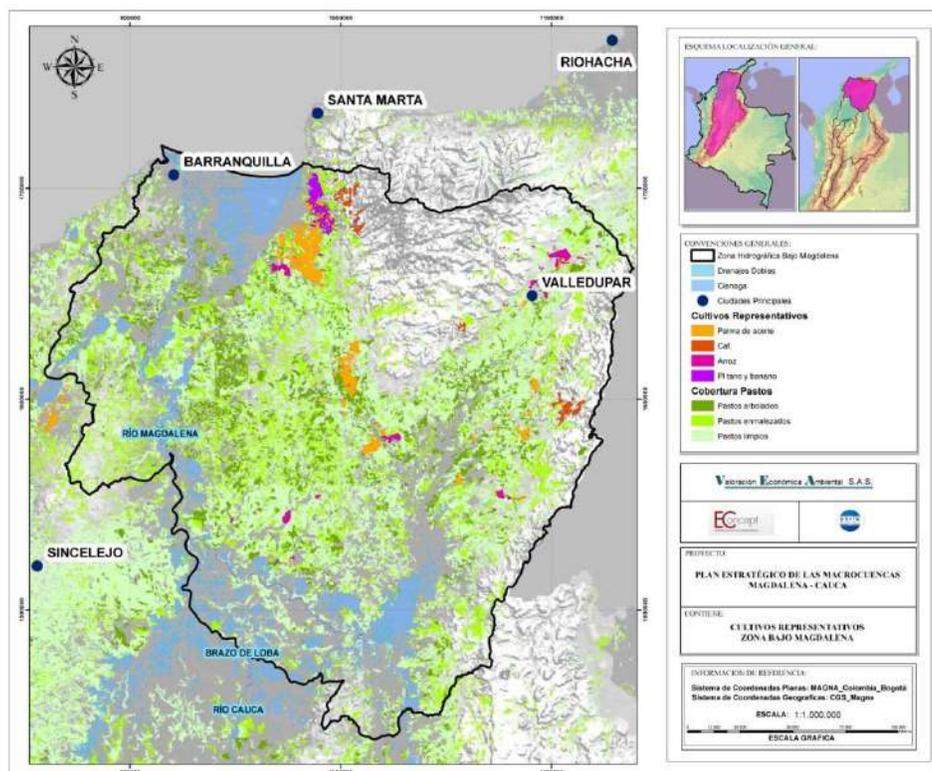
Tabla 2.111. Cultivos principales en la zona hidrográfica del Bajo Magdalena

Cultivo	Área (ha)	Porcentaje
Maíz tradicional	105.551	36,9%
Palma africana	67.906	23,8%
Café	35.939	12,6%
Arroz riego	16.602	5,8%
Banano exportación	11.597	4,1%
Otros	48.152	16,9%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.99 se puede observar la ubicación de los cultivos de palma de aceite, café, arroz, plátano y banano en la zona Bajo Magdalena.

Ilustración 2.99. Principales cultivos en la zona hidrográfica Bajo Magdalena



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09”

Las subzonas hidrográficas con mayor área cultivada son: en primer lugar La Ciénaga Grande de Santa Marta, seguida por el Medio Cesar y la subzona de los Directos al Bajo Magdalena (margen izquierdo).

Según se puede observar en la Tabla 2.112 en la subzona de La Ciénaga Grande de Santa Marta el área cultivada corresponde solo al 14,43% del área potencial cultivable en la subzona y al 9,14% del total del área de la subzona. En el caso de la subzona Medio Cesar el porcentaje de área cultivada con respecto al área potencial cultivable es de 6,74% y con respecto al área total es del 6,13%. Para la subzona Directos al Bajo Magdalena (mi) el porcentaje de área cultivada con respecto a la potencial es de 19,15% y con respecto al área total es de 16,47%. El promedio general en el Bajo Magdalena del porcentaje de área cultivada con respecto al área potencial cultivable es de 7,82% y el promedio del área cultivada con respecto al área total de la zona del medio Magdalena es de 6,21%.

Tabla 2.112. Subzonas hidrográficas en la zona hidrográfica del Bajo Magdalena

Subzona	A. Total (ha)	A. Potencial (ha)	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada	% Cultivado del Potencial	% Cultivado del Total
Cga Grande de Santa Marta	849.228	537.838	77.590	27,20%	14,43%	9,14%
Medio Cesar	827.989	753.022	50.764	17,80%	6,74%	6,13%
Directos al Bajo Magdalena (mi)	201.224	173.097	33.143	11,60%	19,15%	16,47%
Bajo Cesar	587.782	433.949	28.905	10,10%	6,66%	4,92%
Río Ariguaní	533.351	491.943	27.141	9,50%	5,52%	5,09%
Directos Bajo Magdalena	699.991	400.227	19.764	6,90%	4,94%	2,82%
Bajo Magdalena - Canal del Dique	241.041	190.711	19.050	6,70%	9,99%	7,90%
Alto Cesar	342.702	307.382	16.559	5,80%	5,39%	4,83%
Directos al Bajo Magdalena (md)	221.242	191.341	7.216	2,50%	3,77%	3,26%
Arroyo Corozal	370.018	340.830	5.614	2,00%	1,65%	1,52%
Total	4.874.263	3.816.924	285.746	100%		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008); IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona de la Ciénaga Grande de Santa Marta el cultivo más representativo en área cultivada es la palma africana con más del 40% del área cultivada en la subzona y esta seguido por el maíz tradicional y el banano de exportación. El café y el arroz riego también tienen una participación importante.

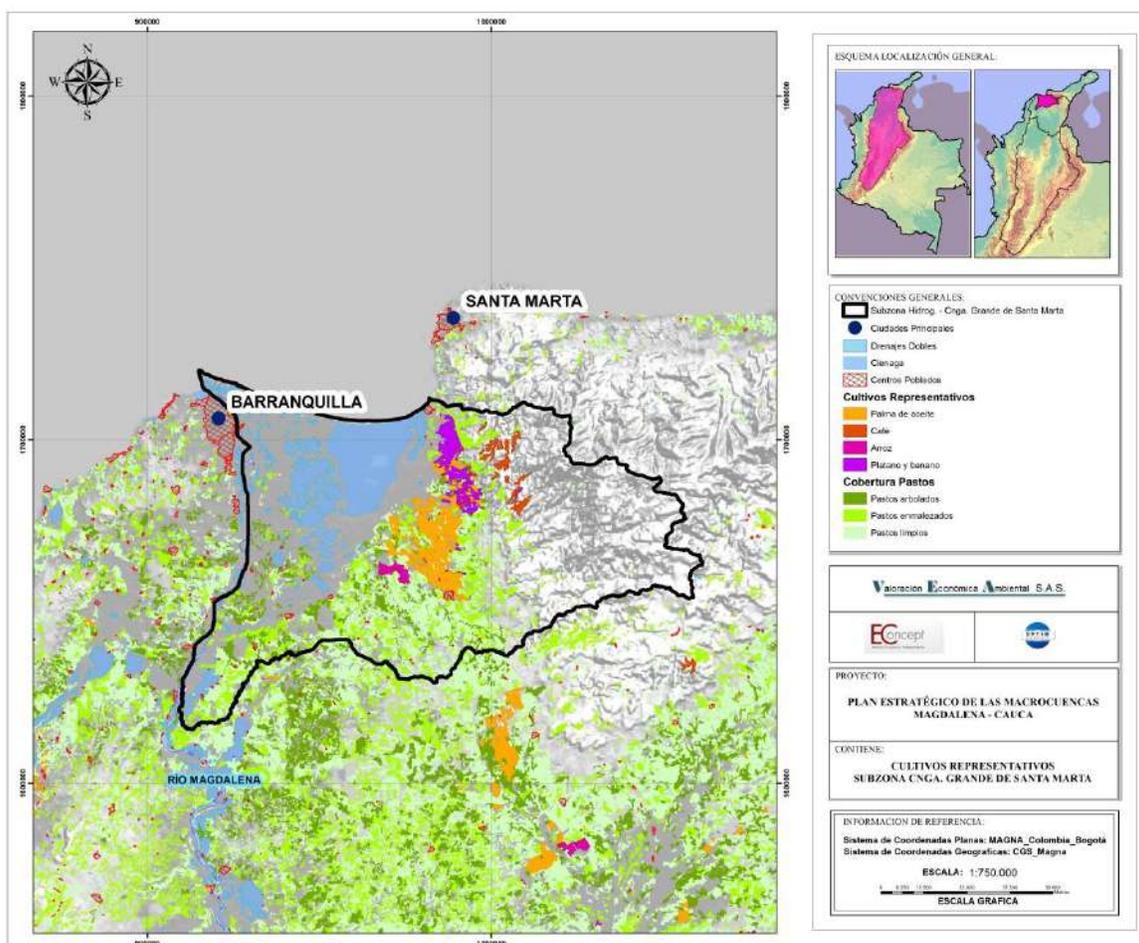
Tabla 2.113. Cultivos principales en la subzona hidrográfica de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Palma africana	31.199	40,2%
Maíz tradicional	14.544	18,7%
Banano exportación	11.497	14,8%
Café	10.587	13,6%
Arroz riego	2.246	2,9%
Otros	7.516	9,7%
Total	77.590	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.100 se muestra la ubicación de los cultivos de palma de aceite, plátano y banano, café y arroz en la subzona Ciénaga Grande de Santa Marta.

Ilustración 2.100. Cultivos principales subzona hidrográfica Ciénaga Grande de Santa Marta



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona del Medio Cesar el cultivo con mayor área sembrada es el café, seguido por el maíz tradicional y la palma africana. También son importantes el arroz y el cacao.

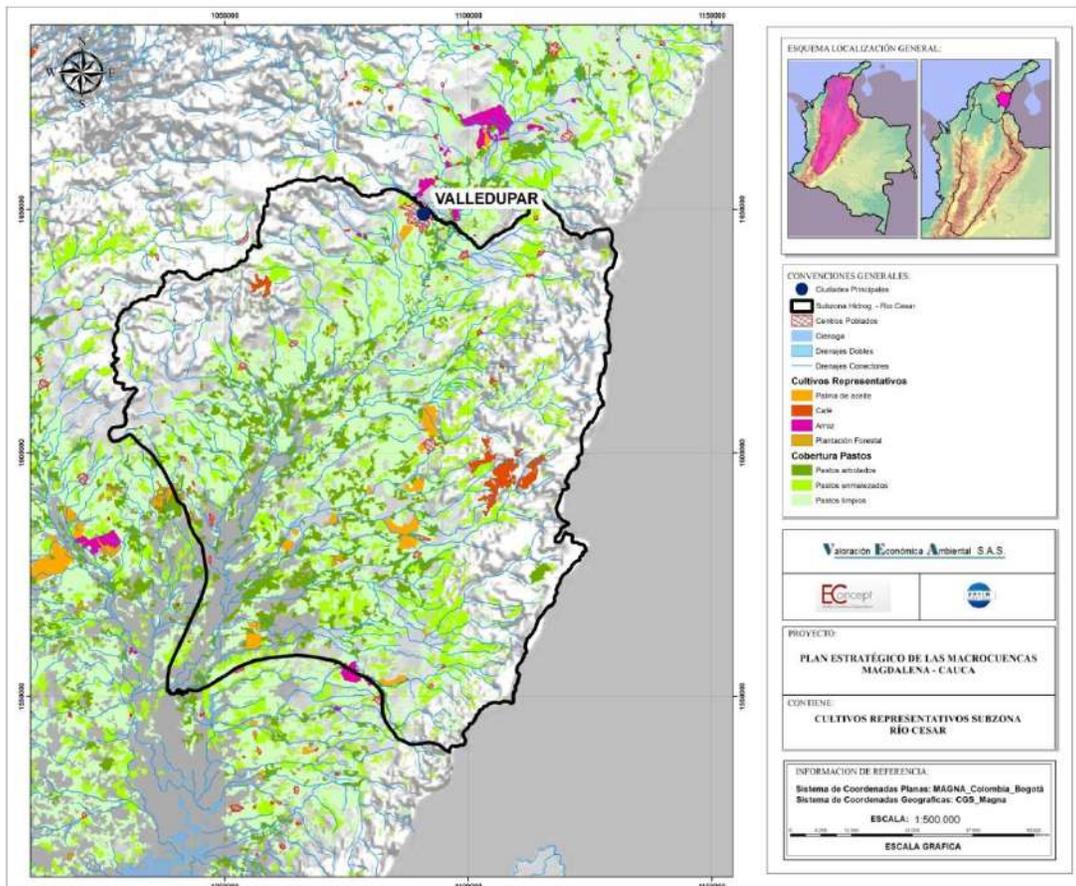
Tabla 2.114. Cultivos principales en la subzona hidrográfica del Medio Cesar

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Café	14.408	28,4%
Maíz tradicional	13.919	27,4%
Palma africana	9.266	18,3%
Arroz riego	4.388	8,6%
Cacao	2.893	5,7%
Otros	5.889	11,6%
Total	50.764	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.101 se muestra la ubicación de los cultivos de palma de aceite, café y arroz en la subzona Medio Cesar.

Ilustración 2.101. Cultivos principales subzona hidrográfica Medio Cesar



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona Directos al Bajo Magdalena Margen Izquierdo (mi) el cultivo con mayor área sembrada es el maíz tradicional, seguido por cultivos forestales y aguacate. También son importantes el limón y el mango.

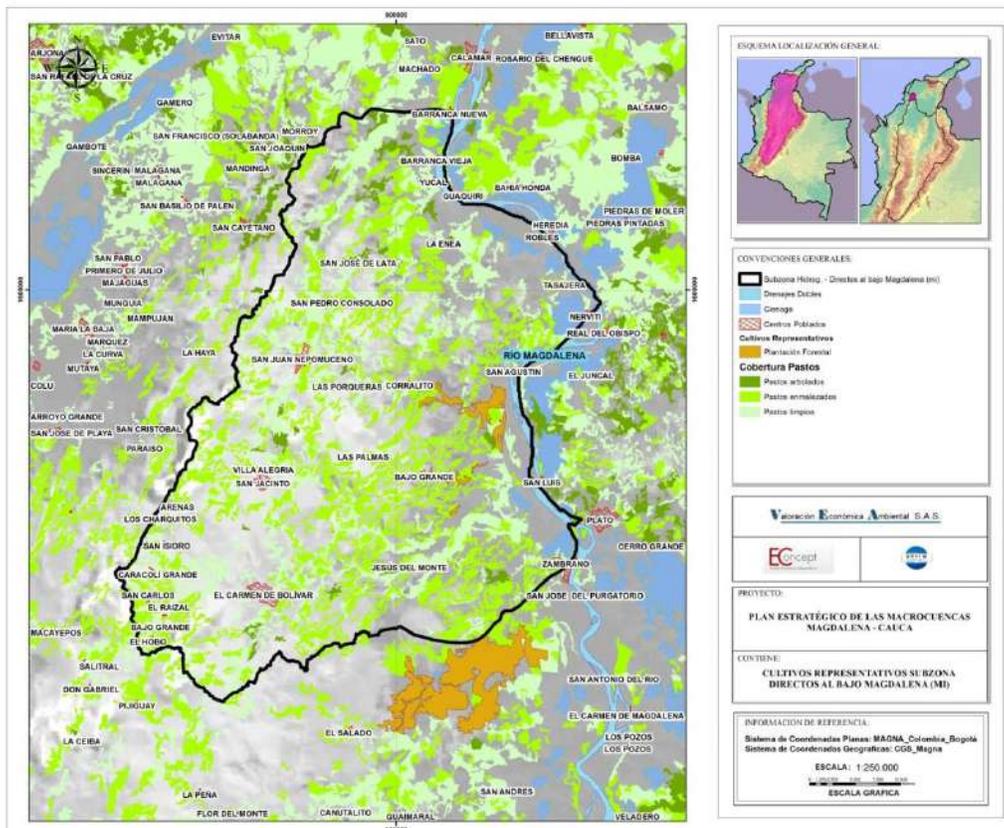
Tabla 2.115. Cultivos principales en la subzona hidrográfica de Directos al Bajo Magdalena (mi)

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Maíz tradicional	17.712	53,4%
Forestales	9.681	29,2%
Aguacate	2.161	6,5%
Limón	832	2,5%
Mango	658	2,0%
Otros	2.099	6,3%
Total	33.143	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.102 se muestra la ubicación de los cultivos forestales en la subzona Directos al Bajo Magdalena (mi).

Ilustración 2.102. Cultivos principales subzona hidrográfica Directos al Bajo Magdalena (mi)



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

2.4.4.1.4 Alto Cauca

Como se puede observar en la Tabla 2.116, en la zona hidrográfica del Alto Cauca los cultivos con mayor área en el 2008 son el café (43,3%), caña de azúcar (26,9%), plátano (12,7%), caña de azúcar panelera (3,5 %) y maíz tecnificado (3,4%).

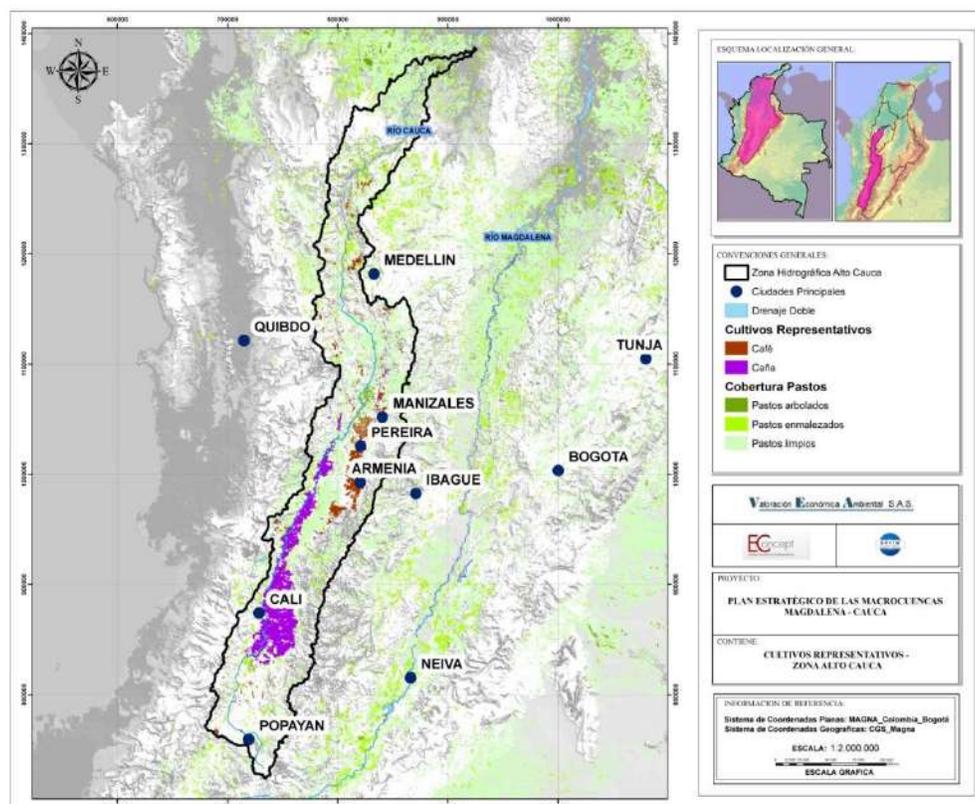
Tabla 2.116. Cultivos principales en la zona hidrográfica del Alto Cauca

Cultivo	Área (ha)	Porcentaje
Café	352.186	43,3%
Caña azúcar	218.594	26,9%
Plátano	103.074	12,7%
Caña azúcar panela	28.280	3,5%
Maíz tecnificado	27.739	3,4%
Otros	83.120	10,2%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.103 se puede observar la ubicación de los cultivos de caña y café en la zona hidrográfica Alto Cauca.

Ilustración 2.103. Principales cultivos en la zona hidrográfica Alto Cauca



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Las subzonas hidrográficas con mayor área cultivada en la zona Alto Cauca son: en primer lugar el Río La Vieja, seguida por la subzona Directos Río Cauca (margen izquierdo) y la subzona de Directos Río Cauca (margen derecho).

Según se puede observar en la Tabla 2.117 en la subzona del Río La Vieja el área cultivada corresponde al 48,8% del área potencial cultivable en la subzona y al 40,1% del total del área de la subzona. En el caso de la subzona Directos Río Cauca (mi) el porcentaje de área cultivada con respecto al área potencial cultivable es de 61,3% (porcentaje más alto de toda la zona hidrográfica) y con respecto al área total es del 51,9%. Para la subzona Directos Río Cauca (md) el porcentaje de área cultivada con respecto a la potencial es de 18,2% y con respecto al área total es de 16,3%. El promedio general en el Alto Cauca del porcentaje de área cultivada con respecto al área potencial cultivable es de 27,11%, siendo este el porcentaje más alto para toda la Macrocuenca Magdalena Cauca.

Tabla 2.117. Subzonas hidrográficas en la zona hidrográfica del Alto Cauca

Subzona	A. Total (ha)	A. Potencial (ha)	A. Cultivada (ha)	% A. Cultivada	% Cultivado del Potencial	% Cultivado del Total
Río La Vieja	287.598	236.124	115.190	14,3%	48,8%	40,1%
Directos Río Cauca (mi)	136.268	115.409	70.761	8,8%	61,3%	51,9%
Directos Río Cauca (md)	355.364	318.621	58.036	7,2%	18,2%	16,3%
Río Fraile y otros directos al Cauca	126.794	106.272	53.852	6,7%	50,7%	42,5%
Río Risaralda	127.241	101.458	51.974	6,4%	51,2%	40,8%
Río Frío y Otros Directos al Cauca	163.849	149.714	43.342	5,4%	29,0%	26,5%
Río San Juan	144.419	139.413	43.314	5,4%	31,1%	30,0%
Río Otún	123.051	83.614	36.807	4,6%	44,0%	29,9%
Río Palo	165.526	137.967	31.697	3,9%	23,0%	19,1%
Río Amaime	90.264	74.965	29.701	3,7%	39,6%	32,9%
Río Tapias y otros directos al Cauca	141.128	120.892	28.576	3,5%	23,6%	20,2%
Río Cerrito y otros directos al Cauca	76.604	63.188	28.518	3,5%	45,1%	37,2%
Río Arma	186.738	154.247	23.010	2,9%	14,9%	12,3%
Río Chinchiná	105.842	74.384	22.051	2,7%	29,6%	20,8%
Río Bugalagrande	75.904	55.895	17.730	2,2%	31,7%	23,4%
Río Paila	49.566	45.930	17.439	2,2%	38,0%	35,2%
Río Tuluá	114.970	98.613	17.409	2,2%	17,7%	15,1%
Río Quinamayo y otros directos al Cauca	81.951	75.463	17.004	2,1%	22,5%	20,7%
Directos al Río Cauca (mi)	91.083	69.889	12.351	1,5%	17,7%	13,6%

Subzona	A. Total (ha)	A. Potencial (ha)	A. Cultivada (ha)	% A. Cultivada	% Cultivado del Potencial	% Cultivado del Total
Río Salado y otros directos Cauca	124.722	113.289	12.147	1,5%	10,7%	9,7%
Río Ovejas	92.446	85.553	11.012	1,4%	12,9%	11,9%
Río Frío	38.192	25.609	9.842	1,2%	38,4%	25,8%
Río Pance	61.883	41.891	9.085	1,1%	21,7%	14,7%
Río Purace	93.452	88.501	8.716	1,1%	9,8%	9,3%
Río Desbaratado	18.515	14.982	8.581	1,1%	57,3%	46,3%
Río Morales	27.591	24.435	7.861	1,0%	32,2%	28,5%
Río Timba	50.301	42.264	5.887	0,7%	13,9%	11,7%
Río Claro	25.185	19.450	5.391	0,7%	27,7%	21,4%
Río Piendamó	58.378	56.338	4.890	0,6%	8,7%	8,4%
Río Taraza - Río Man	257.947	156.096	4.610	0,6%	3,0%	1,8%
Alto Río Cauca	84.924	67.569	2.771	0,3%	4,1%	3,3%
Directos al Cauca (md)	101.781	82.569	2.007	0,2%	2,4%	2,0%
Río Guadalajara	16.255	10.199	1.431	0,2%	14,0%	8,8%
Total	3.492.771	2.890.466	806.783	100%		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008); IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona del Río La Vieja los cultivos más representativos en área cultivada son el café con más del 50% del área cultivada en la subzona y el plátano con más del 30%, seguido por el maíz tecnificado, la caña de azúcar y el banano.

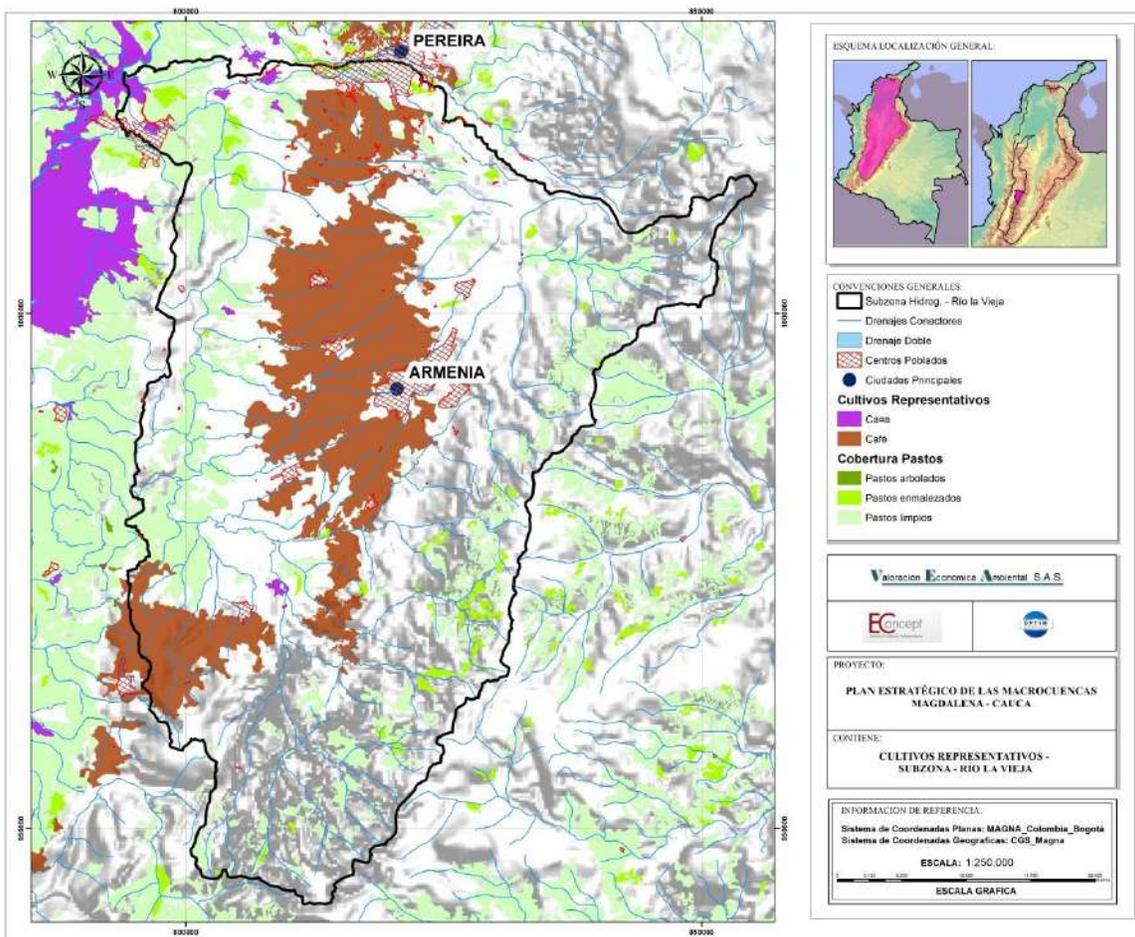
Tabla 2.118. Cultivos principales en la subzona hidrográfica Río La Vieja

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Café	60.952	52,9%
Plátano	39.239	34,1%
Maíz tecnificado	5.004	4,3%
Caña azúcar	2.071	1,8%
Banano	2.033	1,8%
Otros	5.891	5,1%
Total	115.190	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.104 se muestra la ubicación de los cultivos café y caña en la subzona Río La Vieja.

Ilustración 2.104. Cultivos principales subzona hidrográfica Río La Vieja



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09

En la subzona Directos Río Cauca margen izquierdo (mi) el cultivo más representativo en área cultivada es el café con más del 60% del área cultivada en la subzona, seguido por la caña de azúcar, el plátano y el maíz tecnificado y tradicional.

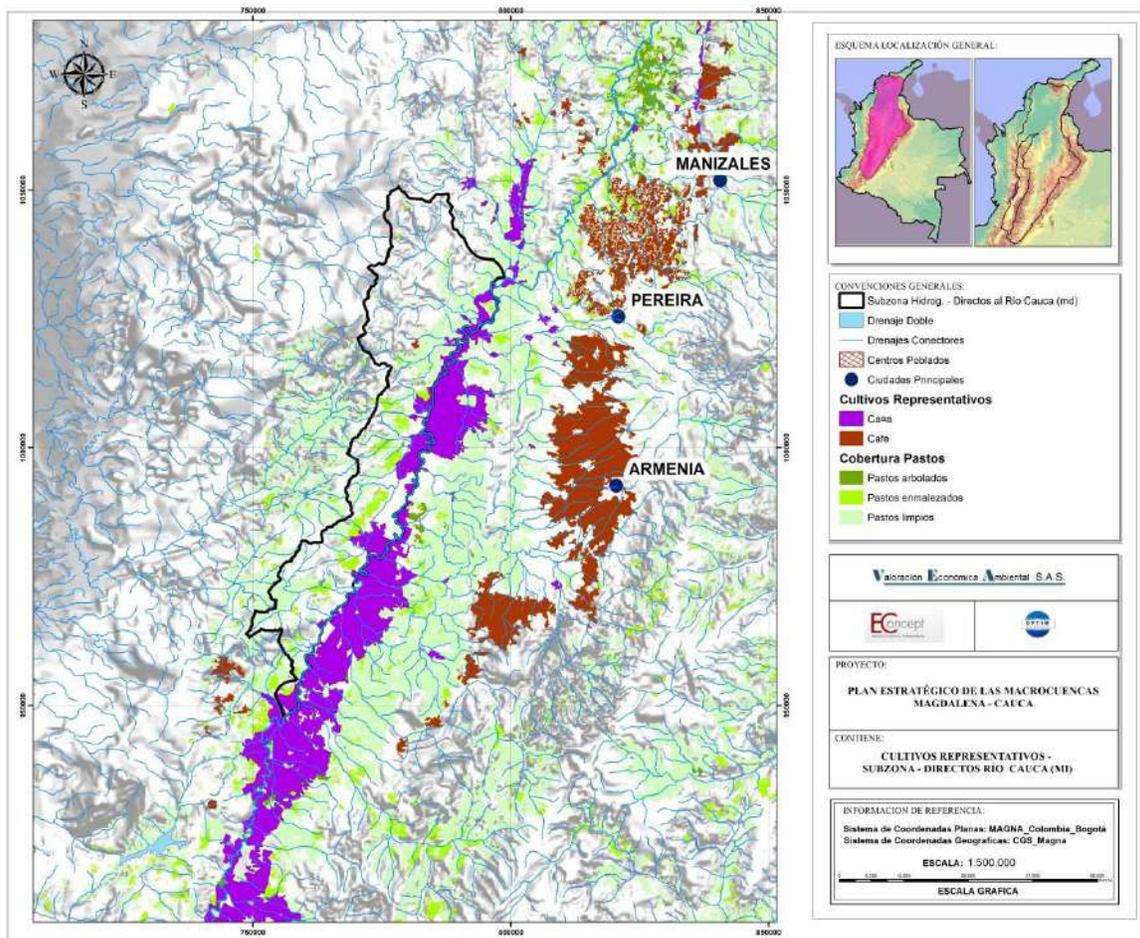
Tabla 2.119. Cultivos principales en la subzona hidrográfica Directos Río Cauca (mi)

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Café	44.225	62,5%
Caña azúcar	6.541	9,2%
Plátano	4.141	5,9%
Maíz tecnificado	4.017	5,7%
Maíz tradicional	3.138	4,4%
Otros	8.699	12,3%
Total	70.761	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.105 se muestra la ubicación de los cultivos café y caña en la subzona Directos Río Cauca (mi).

Ilustración 2.105. Cultivos principales subzona hidrográfica Directos Río Cauca (mi)



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona Directos Río Cauca margen derecho (md) el cultivo más representativo en área cultivada es el café con más del 30% del área cultivada en la subzona, seguido por la caña de azúcar, el maíz tecnificado, plátano y caña de azúcar panelera.

Tabla 2.120. Cultivos principales en la subzona hidrográfica Directos Río Cauca (md)

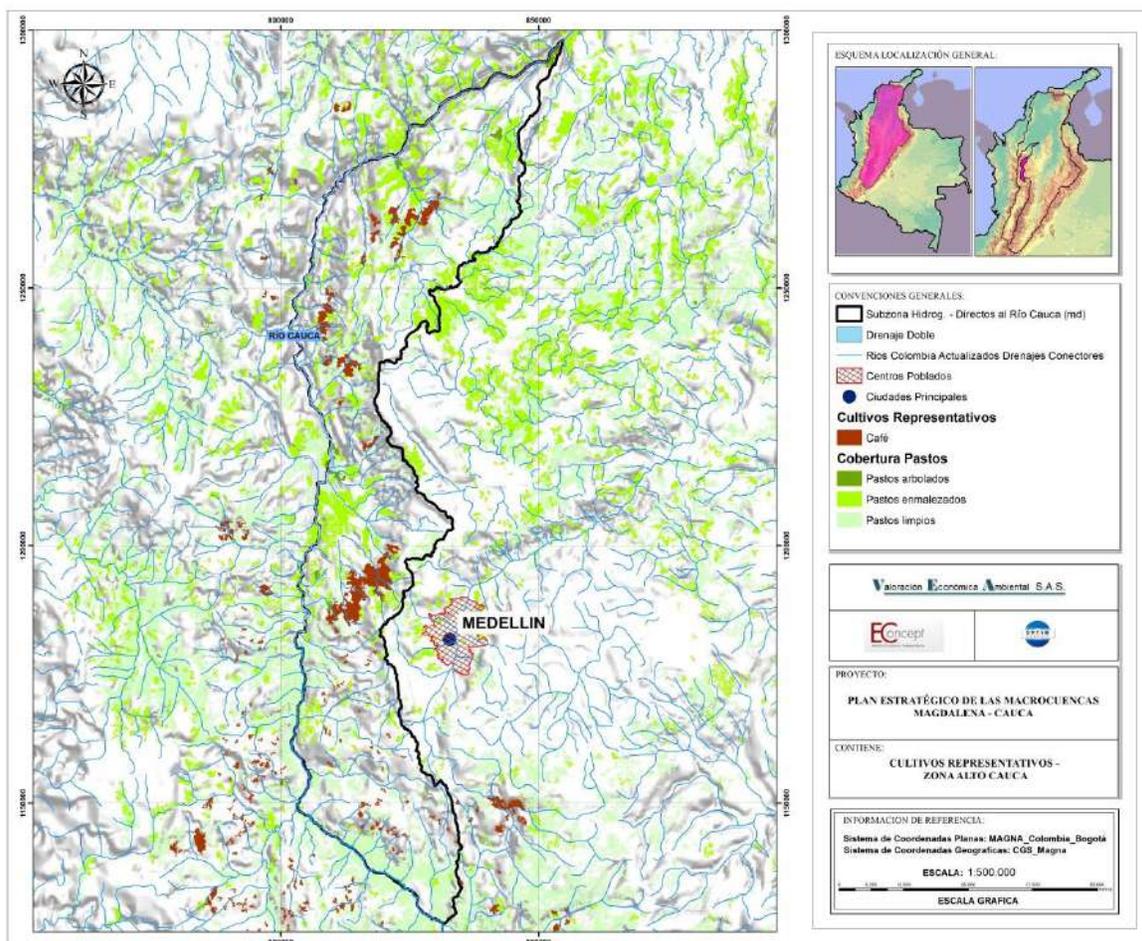
Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Café	20.424	35,2%
Caña azúcar	13.931	24,0%
Maíz tecnificado	7.090	12,2%
Plátano	4.396	7,6%

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Caña azúcar panela	3.266	5,6%
Otros	8.929	15,4%
Total	58.036	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.106 se muestra la ubicación de los cultivos café y caña en la subzona Directos Río Cauca (md).

Ilustración 2.106. Cultivos principales subzona hidrográfica Directos Río Cauca (md)



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

2.4.4.1.5 Medio Cauca

Como se puede observar en la Tabla 2.121, en la zona hidrográfica del Medio Cauca los cultivos con mayor área en el 2008 son la caña de azúcar panelera (25,1%), café (20,7%), forestales (11,2%), maíz tradicional (7,7 %) y arroz manual (7,6%).

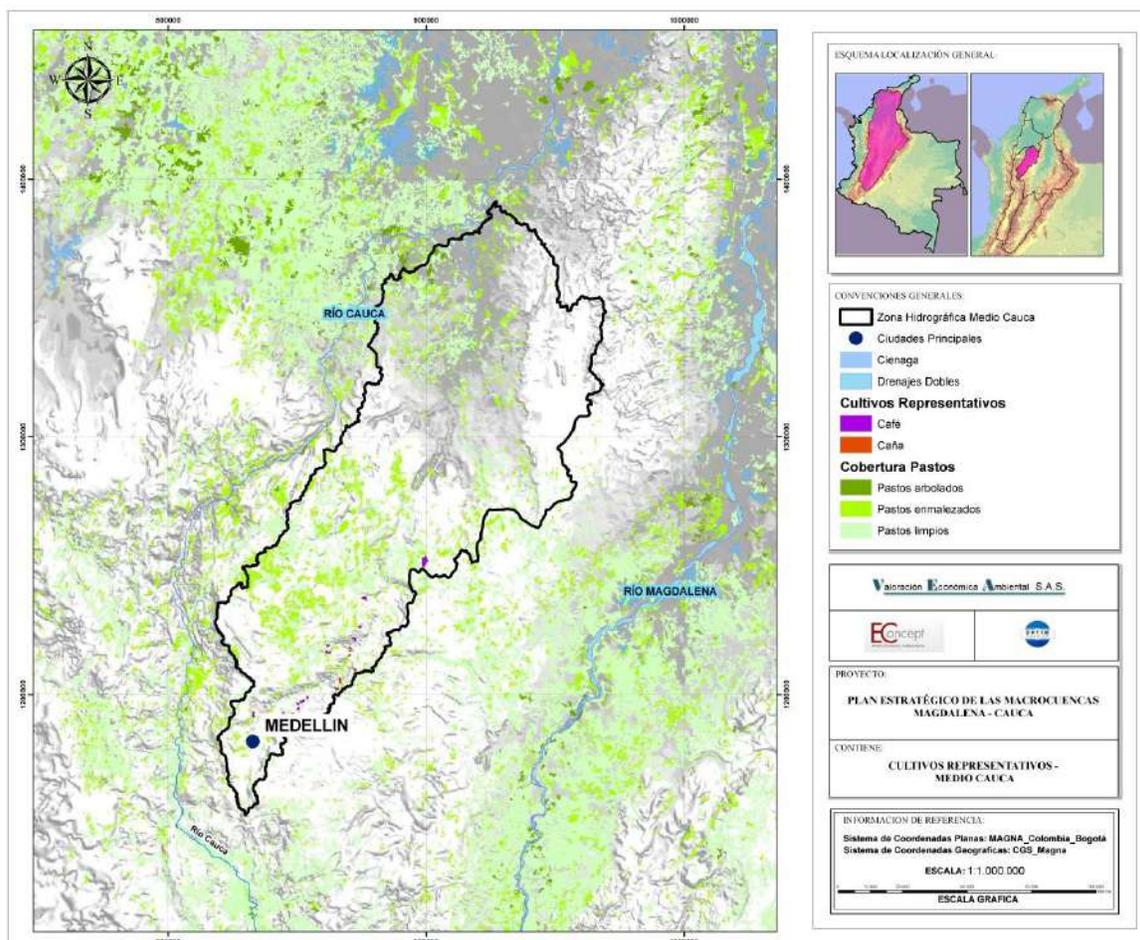
Tabla 2.121. Cultivos principales en la zona hidrográfica del Medio Cauca

Cultivo	Área (ha)	Porcentaje
Caña azúcar panela	12.426	25,1%
Café	10.231	20,7%
Forestales	5.536	11,2%
Maíz tradicional	3.795	7,7%
Arroz manual	3.782	7,6%
Otros	13.690	27,7%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.107 se puede observar la ubicación de los cultivos de caña y café en la zona hidrográfica Medio Cauca.

Ilustración 2.107. Principales cultivos en la zona hidrográfica Medio Cauca



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Las subzonas hidrográficas con mayor área cultivada son: en primer lugar el Río Porce, seguida por la subzona Alto Nechí y la subzona Bajo Nechí.

Según se puede observar en la Tabla 2.122 en la subzona del Río Porce el área cultivada corresponde solo al 6,7% del área potencial cultivable en la subzona y al 5,1% del total del área de la subzona. En el caso de la subzona Alto Nechí el porcentaje de área cultivada con respecto al área potencial cultivable es de 5,9% y con respecto al área total es del 4,0%. Para la subzona Bajo Nechí el porcentaje de área cultivada con respecto a la potencial es de 3,4% y con respecto al área total es de 1,4%. El promedio general en el Medio Cauca del porcentaje de área cultivada con respecto al área potencial cultivable es de 4,76% y el promedio del área cultivada con respecto al área total de la zona del medio magdalena es de 3,22%, estos porcentajes se consideran bajos en relación con los presentados en las otras zonas hidrográficas del Magdalena y Cauca.

Tabla 2.122. Subzonas hidrográficas de la zona hidrográfica del Medio Cauca

Subzona	A. Total (ha)	A. Potencial (ha)	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada	% Cultivado del Potencial	% Cultivado del Total
Río Porce	523.085	401.506	26.737	54,10%	6,7%	5,1%
Alto Nechí	293.837	200.318	11.850	24,00%	5,9%	4,0%
Bajo Nechí	449.174	183.797	6.333	12,80%	3,4%	1,4%
Directos al Bajo Nechí	195.197	149.510	4.540	9,20%	3,0%	2,3%
Total	1.461.292	912.899	49.460	100%		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008); IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona del Río Porce los cultivos más representativos en área cultivada son: el café con el 28,7% del área cultivada en la subzona, forestales con el 20,7% y caña de azúcar panelera con el 20,2%, seguidos por la papa y el plátano.

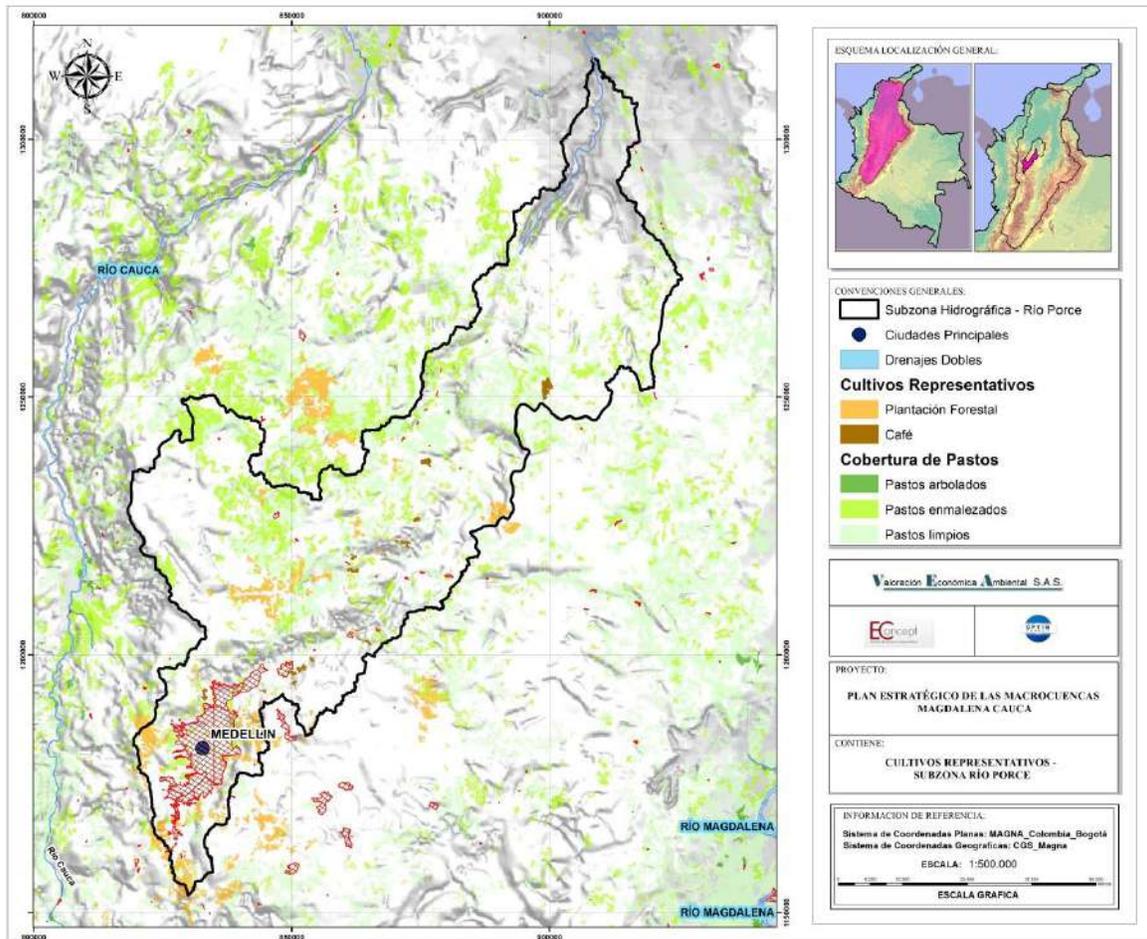
Tabla 2.123. Cultivos principales en la subzona hidrográfica Río Porce

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Café	7.664	28,7%
Forestales	5.536	20,7%
Caña azúcar panela	5.399	20,2%
Papa	3.379	12,6%
Plátano	1.300	4,9%
Otros	3.459	12,9%
Total	26.737	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.108 se muestra la ubicación de los cultivos forestales y de café en la subzona hidrográfica Río Porce.

Ilustración 2.108. Cultivos principales subzona hidrográfica Río Porce



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona Alto Nechí el cultivo más representativo en área cultivada es caña azúcar panelera con más del 50% del área cultivada en la subzona, seguido por café con un 20,1%, plátano con 4,6%, tomate de árbol con 4,2% y maíz tradicional con 3,4%.

Tabla 2.124. Cultivos principales en la subzona hidrográfica Alto Nechí

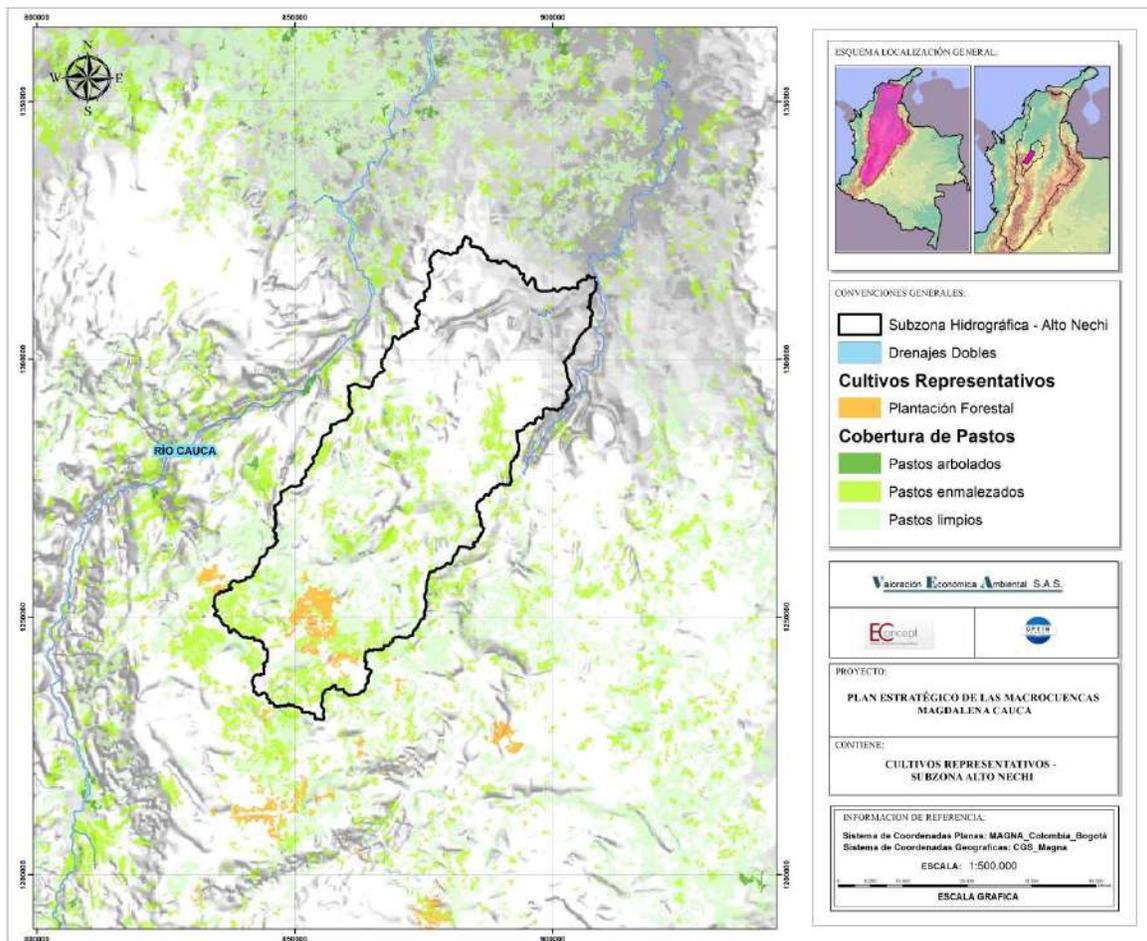
Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Caña azúcar panela	6.801	57,4%
Café	2.377	20,1%
Plátano	541	4,6%
Tomate árbol	500	4,2%
Maíz tradicional	402	3,4%

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Otros	1.230	10,4%
Total	11.850	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.109 se muestra la ubicación de los cultivos forestales en la subzona hidrográfica Alto Nechí.

Ilustración 2.109. Cultivos principales subzona hidrográfica Alto Nechí



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09

En la subzona Bajo Nechí los cultivos más representativos en área cultivada son el arroz manual con el 29,5% del área cultivada en la subzona, maíz tradicional con el 23,5% y arroz seco con el 20,4%, seguidos por el cacao y el plátano.

Tabla 2.125. Cultivos principales en la subzona hidrográfica Bajo Nechí

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Arroz manual	1.866	29,5%
Maíz tradicional	1.490	23,5%
Arroz seco	1.290	20,4%
Cacao	666	10,5%
Plátano	389	6,1%
Otros	632	10,0%
Total	6.333	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

2.4.4.1.6 Bajo Cauca

Como se puede observar en la Tabla 2.126, en la zona hidrográfica del Bajo Cauca los cultivos con mayor área en el 2008 son el arroz seco (41,0%), maíz tradicional (21,2%), arroz manual (16,6%), maíz tecnificado (9,5 %) y algodón (2,7%).

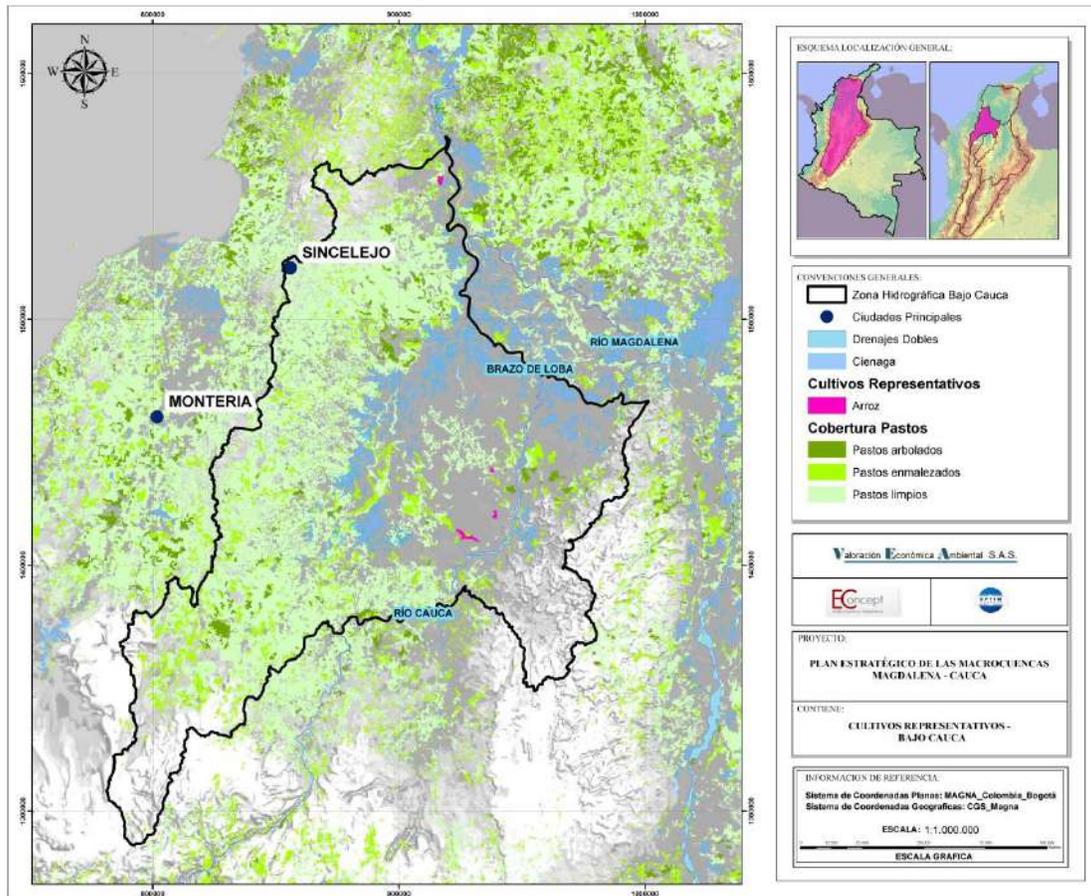
Tabla 2.126. Cultivos principales en la zona hidrográfica del Bajo Cauca

Cultivo	Área (ha)	Porcentaje
Arroz seco	57.988	41,0%
Maíz tradicional	30.009	21,2%
Arroz manual	23.483	16,6%
Maíz tecnificado	13.404	9,5%
Algodón	3.793	2,7%
Otros	12.641	8,9%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la Ilustración 2.110 se puede observar la ubicación de los cultivos de arroz en la zona hidrográfica Bajo Cauca.

Ilustración 2.110. Principales cultivos en la zona hidrográfica Bajo Cauca



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Según se puede observar en la Tabla 2.127 en la subzona del Bajo San Jorge - La Mojana el área cultivada corresponde solo al 8,7% del área potencial cultivable en la subzona y al 6,4% del total del área de la subzona. En el caso de la subzona Directos Bajo Cauca - Cga La Raya, el porcentaje de área cultivada con respecto al área potencial cultivable es de 12,7% y con respecto al área total es del 4,8%. Para la subzona Alto San Jorge el porcentaje de área cultivada con respecto a la potencial es de 3,0% y con respecto al área total es de 2,1%. El promedio general en el Bajo Cauca del porcentaje de área cultivada con respecto al área potencial cultivable es de 8,1% y el promedio del área cultivada con respecto al área total de la zona del medio magdalena es de 4,4%.

Tabla 2.127. Subzonas hidrográficas en la zona hidrográfica del Bajo Cauca

Subzona	A. Total (ha)	A. Potencial (ha)	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada	% Cultivado del Potencial	% Cultivado del Total
Bajo San Jorge - La Mojana	1.719.223	1.257.487	109.995	77,8%	8,7%	6,4%
Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	476.753	181.208	22.998	16,3%	12,7%	4,8%

Subzona	A. Total (ha)	A. Potencial (ha)	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada	% Cultivado del Potencial	% Cultivado del Total
Alto San Jorge	396.105	278.855	8.325	5,9%	3,0%	2,1%
Total	2.592.081	1.717.549	141.318	100%		

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008); IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la subzona Bajo San Jorge - La Mojana, el cultivo más representativo en área cultivada es el arroz seco con más del 40% del área cultivada en la subzona, seguido por el maíz tradicional con un 16,4%, arroz manual con 14,1%, maíz tecnificado con 11,7% y algodón con 3,4%.

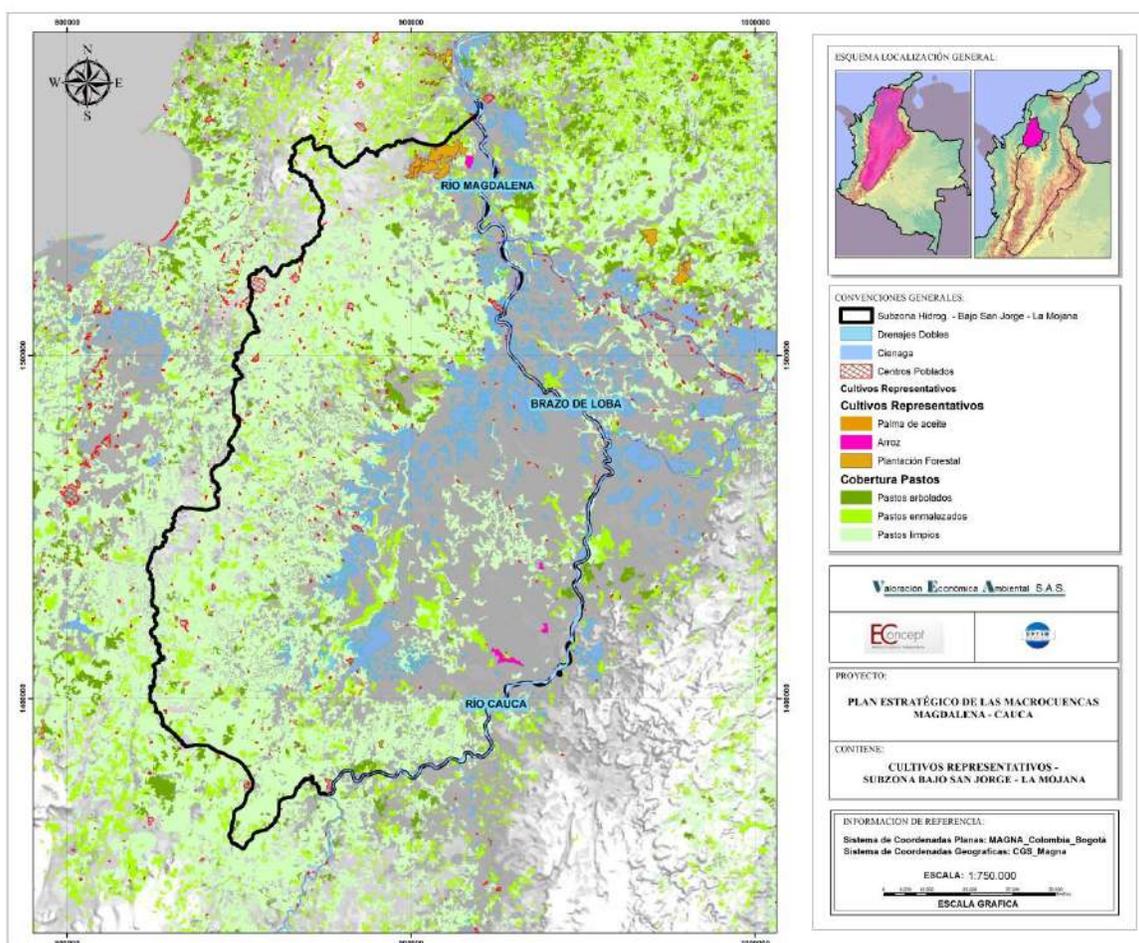
Tabla 2.128. Cultivos principales en Subzona hidrográfica Bajo San Jorge – La Mojana

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Arroz seco	50.394	45,8%
Maíz tradicional	18.013	16,4%
Arroz manual	15.535	14,1%
Maíz tecnificado	12.890	11,7%
Algodón	3.793	3,4%
Otros	9.370	8,5%
Total	109.995	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la siguiente ilustración se muestra la ubicación de los cultivos forestales, de palma de aceite y arroz en la subzona hidrográfica Bajo San Jorge – La Mojana.

Ilustración 2.111. Cultivos principales subzona hidrográfica Bajo San Jorge – La Mojana



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09

En la subzona Directos Bajo Cauca - Ciénaga La Raya, el cultivo más representativo en área cultivada es el maíz tradicional con más del 40% del área cultivada en la subzona, seguido por el arroz seco con un 32,7% y arroz manual con 22,1%.

Tabla 2.129. Cultivos principales en Subzona hidrográfica Directos Bajo Cauca – Ciénaga La Raya

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Maíz tradicional	9.351	40,7%
Arroz seco	7.518	32,7%
Arroz manual	5.083	22,1%
Cacao	339	1,5%
Plátano	261	1,1%
Otros	446	1,9%
Total	22.998	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

En la subzona Alto San Jorge, el cultivo más representativo en área cultivada es el arroz manual con un 34,4% del área cultivada en la subzona, seguido por el maíz tradicional con un 31,8% y caucho con 16,9%.

Tabla 2.130. Cultivos principales en Subzona hidrográfica Alto San Jorge

Cultivo	A. Cultivada (ha) (2008)	% A. Cultivada
Arroz manual	2.865	34,40%
Maíz tradicional	2.644	31,80%
Caucho	1.403	16,90%
Café	368	4,40%
Maíz tecnificado	307	3,70%
Otros	737	8,90%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (SIG-OT, 2008)

2.4.4.1.7 Conclusiones sector agrícola

A nivel general la zona Alto Cauca es la que tiene una mayor área cultivada en relación a su área total (22,00%) y de la misma forma tiene una mayor área potencial con respecto a la total (26,65%). La zona con menores relaciones de área cultivada y potencial con respecto al total es el Medio Cauca (3,38% y 5,42% respectivamente).

Tabla 2.131. Porcentajes de áreas agrícolas por zona hidrográfica

Zona Hidrográfica	% Cultivado del Total	% Cultivado del Potencial
Alto Magdalena	11,94%	15,73%
Medio Magdalena	7,84%	10,00%
Bajo Magdalena	5,86%	7,49%
Alto Cauca	22,00%	26,65%
Medio Cauca	3,38%	5,42%
Bajo Cauca	5,45%	8,23%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

2.4.4.2 Silvicultura

La silvicultura en el país proviene en mayor parte de la Macrocuena Magdalena-Cauca 44% del total. Allí se presentó un descenso en el periodo 1990-2005 pero para el 2011 la participación tomo el rumbo contrario jalonado por las dos zonas hidrográficas con mayor participación que son Medio Magdalena y Alto Cauca cuya tendencia fue inversa hasta después de 1995 donde era mayor la de Medio Magdalena, a partir de dicha fecha pasó a ser mayor Alto Cauca y después del 2000 ambas zonas mantuvieron una tendencia al alza. Estas tendencias se presentan a continuación en la Tabla

2.132, donde se muestra la evolución participación en valor agregado del subsector de la silvicultura en porcentaje para el periodo 1990 – 2011.

Tabla 2.132 Evolución participación en valor agregado del subsector silvicultura (%) 1990-2011.

	1990	1995	2000	2005	2011
Alto Magdalena	9.8	8.6	4.5	5.4	6.0
Medio Magdalena	17.2	15.4	9.4	9.9	11.7
Bajo Magdalena	5.0	5.4	4.5	4.4	4.8
Alto Cauca	11.4	11.7	17.2	15.3	16.2
Medio Cauca	2.7	2.2	1.9	1.7	2.1
Bajo Cauca	3.9	4.3	2.2	2.5	3.0
Magdalena-Cauca	50.0	47.6	39.6	39.2	43.7
Catatumbo	2.1	2.3	1.0	0.9	1.3
Guajira	0.5	0.6	1.2	1.3	1.5
Litoral	1.3	1.3	0.7	0.8	1.0
Urabá	10.0	8.6	14.4	14.2	12.9
Caribe	13.9	12.7	17.3	17.2	16.7
Amazonas	6.6	7.0	8.8	8.3	7.5
Orinoco	9.4	8.1	6.5	8.2	8.5
Pacifico	20.1	24.6	27.8	26.9	23.5
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Cálculo UT Macrocuencas con información de (DANE).

2.4.4.3 Sector pecuario

El siguiente ítem de alta importancia es la producción pecuaria. En la Tabla 2.133 se presenta la evolución de la participación en valor agregado del subsector de la producción pecuaria en porcentaje para el periodo 1990 – 2011. Allí se evidencia que la Macrocuencia Magdalena-Cauca tiene en promedio el 56% de la contribución para dicho sector y en su interior la zona hídrica con la mayor parte es la zona Medio Magdalena con el 30% de la participación en la Macrocuencia. La tendencia general de la Macrocuencia Magdalena es al alza y es importante resaltar este aspecto por las consecuencias en consumo hídrico y de tierras que tiene este sector.

Tabla 2.133 Evolución participación en valor agregado del subsector producción pecuaria (%) 1990-2011.

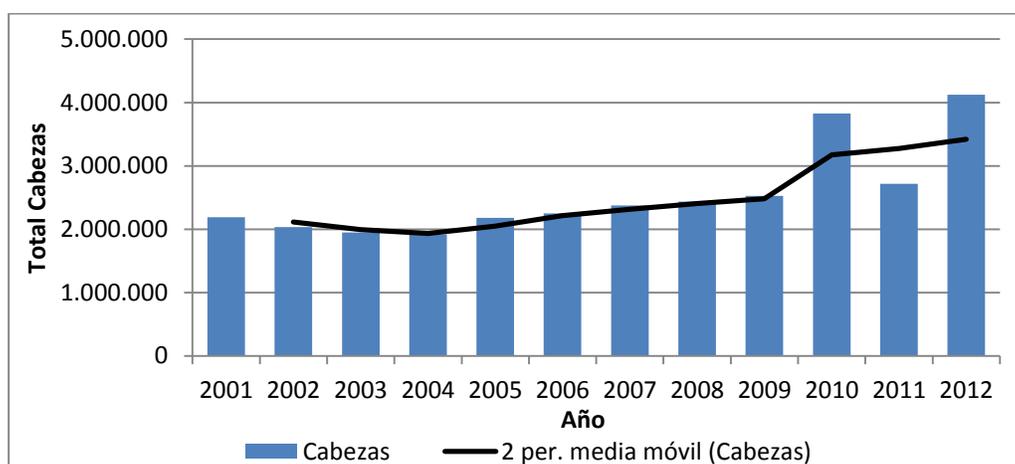
	1990	1995	2000	2005	2011
Alto Magdalena	9.6	10.6	9.2	9.6	9.8
Medio Magdalena	14.8	16.4	19.6	20.3	20.2
Bajo Magdalena	9.6	10.4	10.5	11.9	10.2
Alto Cauca	6.5	7.5	9.5	9.7	10.3
Medio Cauca	2.2	2.6	2.8	2.9	3.0
Bajo Cauca	6.4	7.0	6.4	5.4	5.4
Magdalena-Cauca	49.1	54.5	57.9	59.7	58.9
Catatumbo	1.8	2.0	1.4	1.4	1.3
Guajira	2.0	2.2	2.1	2.5	1.6
Litoral	2.1	2.3	2.4	2.2	2.2
Urabá	7.4	8.1	8.4	7.5	7.6
Caribe	13.3	14.7	14.2	13.6	12.8
Amazonas	5.2	5.2	3.0	2.8	2.8
Orinoco	26.5	19.0	18.7	17.4	18.9
Pacifico	5.9	6.6	6.2	6.4	6.5
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Cálculo UT Macrocuencas con información de (DANE).

2.4.4.4 Ganadería.

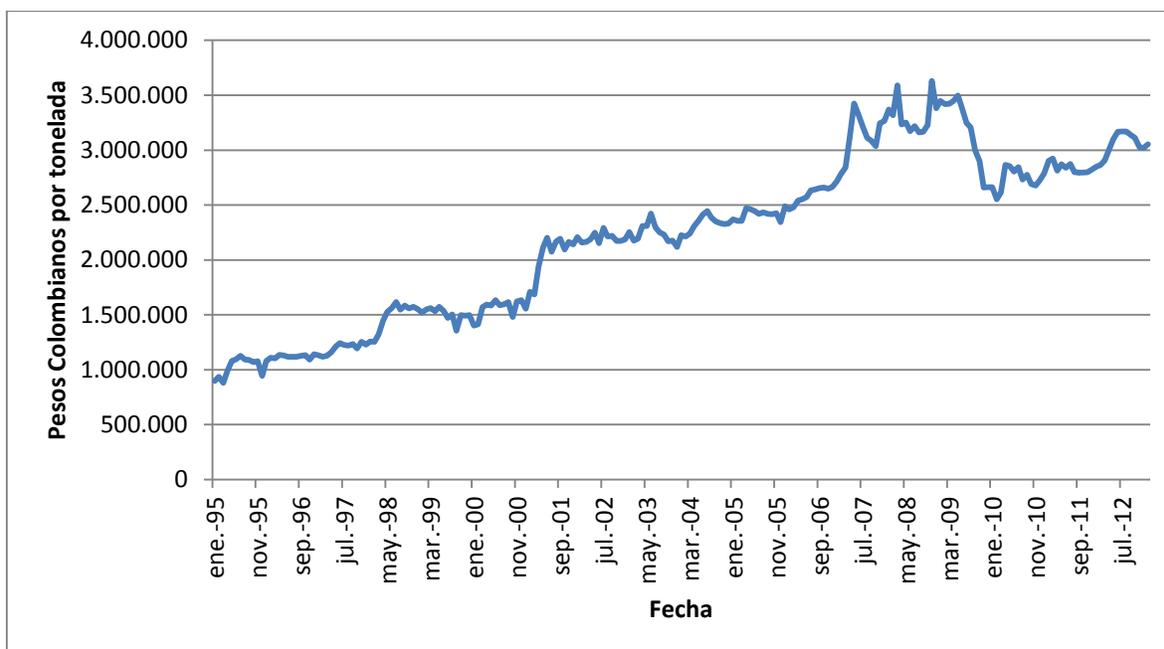
En la Ilustración 2.112 la tendencia del total nacional de cabezas de ganado sacrificadas. Dicha tendencia se mantuvo relativamente constante durante el periodo 2001-2009, en los años 2010 y 2012 se presentó un sustancial aumento en las cabezas de ganado sacrificadas, con una interrupción de este aumento en 2011 año en que se mantuvieron los valores similares a los presentados en el periodo anterior.

Ilustración 2.112 Tendencia cabezas de ganado sacrificadas total nacional (2001-2012).



A continuación se presenta en la Ilustración 2.113 la tendencia del precio nacional de la carne en Pesos por tonelada en el periodo 1995-2012. Allí se ve que los precios llevan una trayectoria creciente relativamente constante en el tiempo a excepción del periodo de 2007 a 2010 donde los precios fueron más altos que la tendencia general, en 2010 se presentó una caída en el precio pero de ahí en adelante se mantuvo la tendencia creciente.

Ilustración 2.113 Tendencia precio nacional de la carne Pesos/Ton 1995-2012



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de (BMC, 2013)

2.4.4.4.1 Áreas dedicadas a ganadería

Para el análisis de las áreas dedicadas a ganadería se tuvieron en cuenta las coberturas de nivel 2 clasificadas como pastos y áreas agrícolas heterogéneas de acuerdo con la Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM-IGAC). La consideración de las áreas agrícolas heterogéneas dentro de este capítulo se debe a que el mayor porcentaje de área de esta clasificación se encuentra ocupada por estas coberturas dominadas por pastos (Ver Tabla 2.134)

Tabla 2.134. Coberturas consideradas para las áreas dedicadas a ganadería

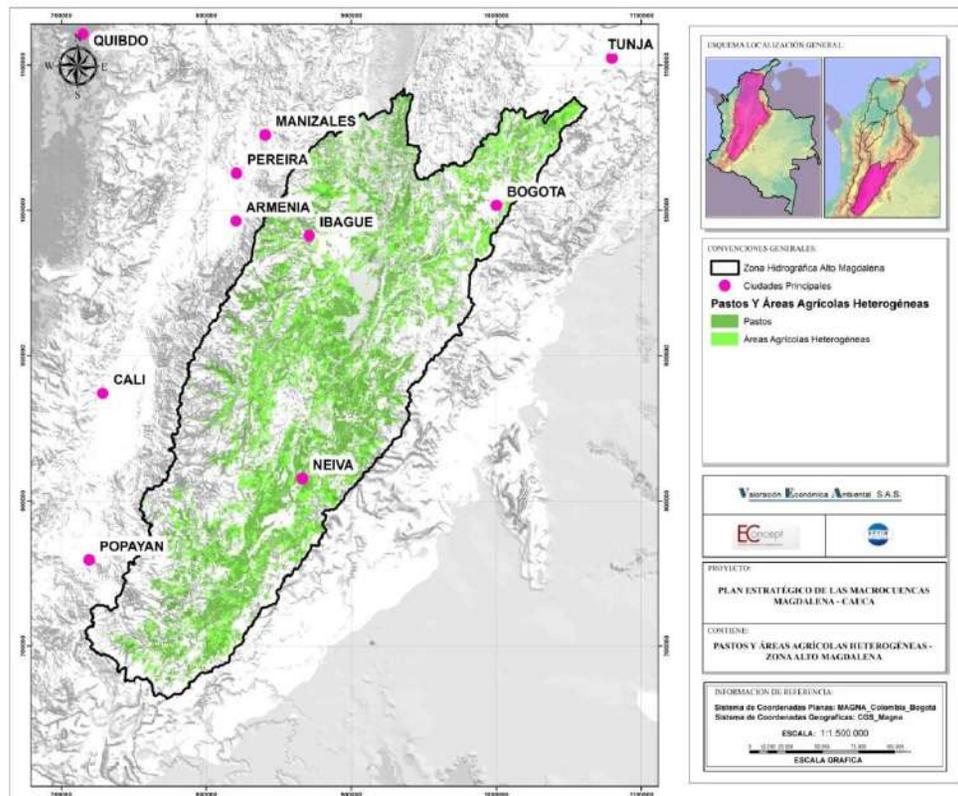
Cobertura Nivel 2	Cobertura Nivel 3	Porcentaje
Pastos	Pastos limpios	71,64%
	Pastos arbolados	6,02%
	Pastos enmalezados	22,34%
	Total Pastos	100,00%
Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de cultivos	1,01%
	Mosaico de pastos y cultivos	23,47%
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	35,01%
	Mosaico de pastos con espacios naturales	37,63%
	Mosaico de cultivos con espacios naturales	2,88%
	Total Áreas agrícolas heterogéneas	100,00%

Fuente UT Macrocuencas

2.4.4.4.1.1 Alto Magdalena

En la siguiente ilustración se presentan las áreas clasificadas como pastos y áreas agrícolas heterogéneas de para la zona Alto Magdalena. Los pastos ocupan el 23% del área de la zona y las AAH el 28% (total de 51%).

Ilustración 2.114. Pastos y áreas agrícolas heterogéneas en la zona hidrográfica Alto Magdalena



Fuente: Elaboración UT Macrocucencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

De acuerdo a lo observado en la Tabla 2.135 la subzona que tiene un mayor porcentaje de área de pastos y áreas agrícolas heterogéneas (AAH) con respecto al área total de cada subzona es “2206-Río Tetuán” con un 79%, esta se muestra en la Ilustración 2.115.

La subzona con un mayor porcentaje de pastos sobre el total de cada subzona es “2208-Bajo Saldaña” con 78%, mientras que la de mayor porcentaje de AAH con respecto al total de la subzona es “2206-Río Tetuán” con un 45%

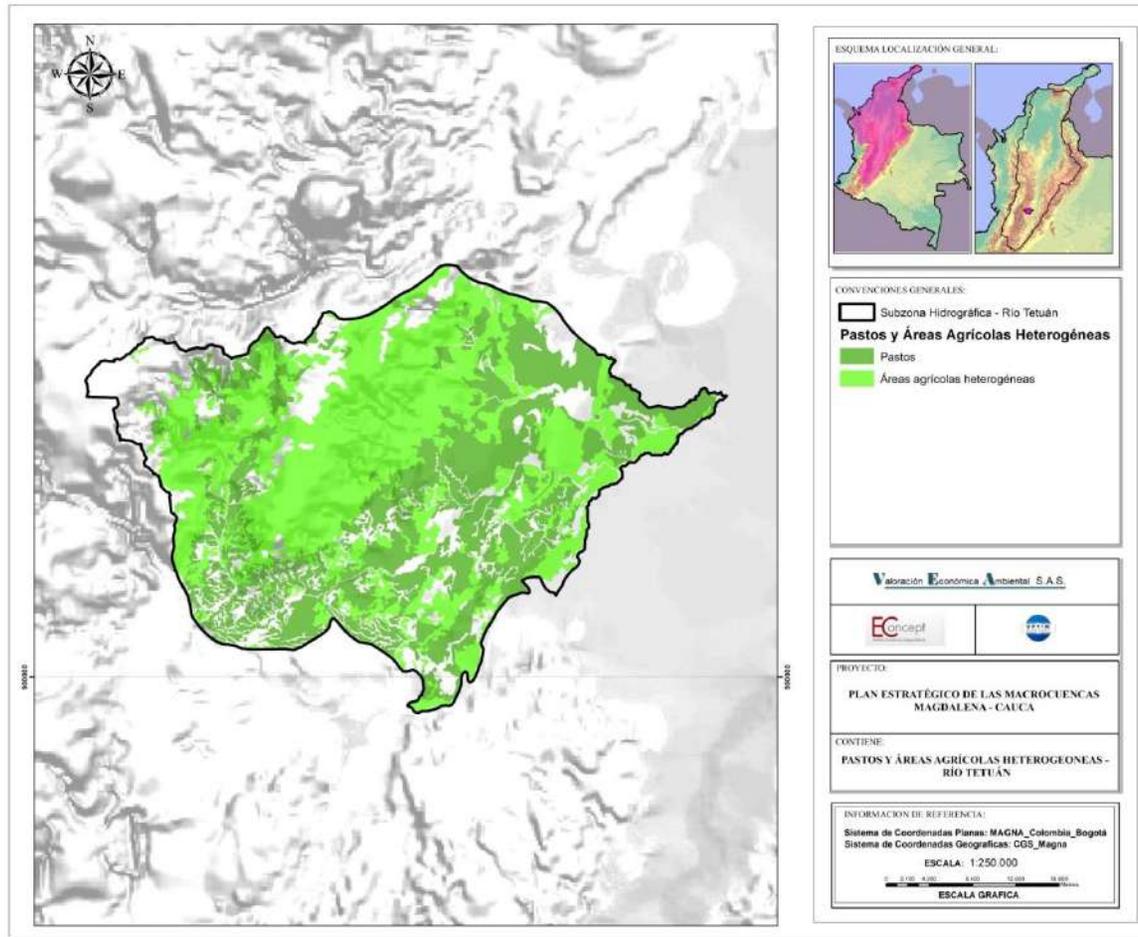
Tabla 2.135. Áreas ganadería Zona Hidrográfica Alto Magdalena

Subzona Hidrográfica	Pastos+AAH (ha)	% Pastos+AAH/Total	A. Pastos (ha)	% Pastos/Total	AAH (ha)	% AAH/Total
2206-Río Tetuán	110.357	79%	47.479	34%	62.878	45%
2208-Bajo Saldaña	27.241	73%	21.283	78%	5.959	22%
2115-Directos Magdalena	75.857	73%	49.792	48%	26.065	25%
2109-Juncal y otros Rios directos al Magdalena	32.531	72%	25.653	57%	6.878	15%
2102-Río Timaná y otros directos al Magdalena	27.104	71%	15.253	40%	11.851	31%
2203-Medio Saldaña	49.785	66%	20.986	28%	28.799	38%
2111-Río Fortalecillas y otros	142.669	66%	67.626	31%	75.043	35%
2112-Río Baché	75.618	65%	35.530	30%	40.088	34%
2123-Río Seco y otros Directos al Magdalena	106.293	60%	66.058	37%	40.235	23%
2108-Río Yaguará	54.034	58%	31.049	33%	22.984	25%
2120-Río Bogotá	341.049	57%	120.503	20%	220.546	37%
2124-Río Totaré	82.248	57%	24.276	17%	57.972	40%
2207-Río Cucuana	100.023	54%	52.487	28%	47.536	25%
2110-Río Neiva	56.668	53%	22.112	21%	34.557	32%
2118-Río Luisa y otros directos al Magdalena	56.356	52%	16.428	15%	39.928	37%
2103-Río Suaza	73.892	52%	30.779	22%	43.113	30%
2116-Río Prado	86.659	52%	41.893	25%	44.765	27%
2125-Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	140.176	51%	70.478	26%	69.697	25%
2106-Ríos directos Magdalena (md)	58.468	51%	33.288	29%	25.180	22%
2104-Ríos Directos al Magdalena (mi)	78.420	51%	51.319	33%	27.101	18%
2119-Río Sumapaz	153.699	50%	41.745	14%	111.954	37%

Subzona Hidrográfica	Pastos+AAH (ha)	% Pastos+AAH/Total	A. Pastos (ha)	% Pastos/Total	AAH (ha)	% AAH/Total
2114-Río Cabrera	141.163	50%	88.061	31%	53.103	19%
2113-Río Aipe y otros directos al Magdalena	125.803	48%	57.789	22%	68.014	26%
2121-Río Coello	87.080	48%	25.104	14%	61.976	34%
2122-Río Opía	25.763	47%	10.315	19%	15.449	28%
2204-Río Amoyá	61.537	42%	25.803	18%	35.734	25%
2202-Río Atá	56.938	37%	13.023	8%	43.914	29%
2101-Alto Magdalena	92.842	37%	33.503	13%	59.339	24%
2105-Río Páez	188.069	36%	90.493	17%	97.576	19%
2201-Alto Saldaña	71.490	28%	17.512	7%	53.978	21%
Total	2.779.834	51%	1.247.621	23%	1.532.213	28%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Ilustración 2.115. Pastos y áreas agrícolas heterogéneas en la subzona hidrográfica Río Tetuán

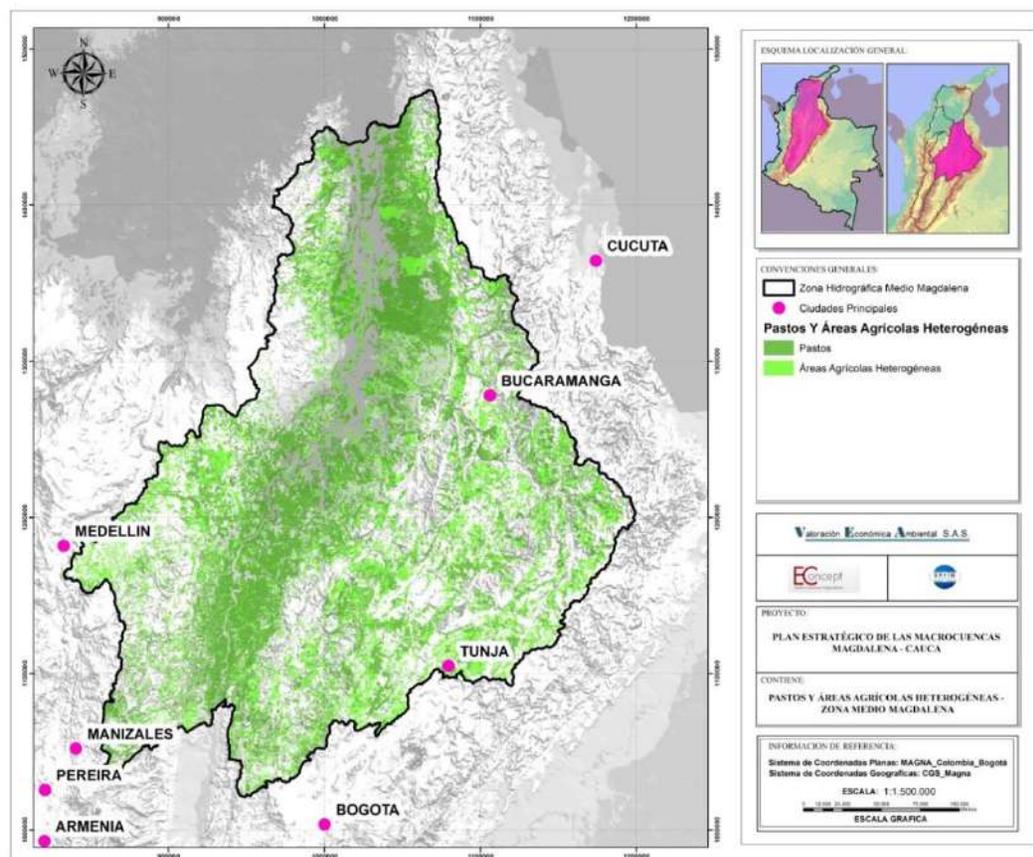


Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-

2.4.4.4.1.2 Medio Magdalena

En la siguiente ilustración se presentan las áreas clasificadas como pastos y áreas agrícolas heterogéneas de para la zona Medio Magdalena. Los pastos ocupan el 28% del área de la zona y las AAH el 31% (total de 59%).

Ilustración 2.116. Pastos y áreas agrícolas heterogéneas en la zona hidrográfica Medio Magdalena



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09

De acuerdo a lo observado en la siguiente tabla, la subzona que tiene un mayor porcentaje de área de pastos y áreas agrícolas heterogéneas (AAH) con respecto al área total de cada subzona es “2303-Directos al Magdalena (md)” con un 80%, siendo esta también la subzona con un mayor porcentaje de pastos sobre el total de cada subzona con 69%. Por otro lado la subzona de mayor porcentaje de AAH con respecto al total de la subzona es “2401-Río Suárez” con un 46%

Tabla 2.136. Áreas ganadería Zona Hidrográfica Medio Magdalena

Subzona Hidrográfica	Pastos+AAH (ha)	% Pastos+AAH/Total	A. Pastos (ha)	% Pastos/Total	AAH (ha)	% AAH/Total
2303-Directos al Magdalena (md)	34.674	80%	29.994	69%	4.680	11%
2306-Río Negro	338.114	74%	142.450	31%	195.664	43%
2311-Directos al Magdalena Medio	194.948	73%	176.661	66%	18.286	7%
2304-Directos Magdalena (mi)	65.008	67%	61.168	63%	3.840	4%
2310-Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	240.704	67%	142.717	40%	97.987	27%
2401-Río Suárez	525.822	67%	168.242	21%	357.580	46%
2307-Directos Magdalena Medio (mi)	98.734	67%	77.251	52%	21.483	14%
2312-Río Carare (Minero)	476.554	65%	239.135	33%	237.419	33%
2321-Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	190.037	65%	127.690	44%	62.346	21%
2319-Río Lebrija	601.955	62%	318.574	33%	283.381	29%
2314-Río Opón	252.920	59%	107.503	25%	145.417	34%
2402-Río Fonce	139.419	58%	37.471	16%	101.948	42%
2308-Río Nare	322.125	58%	82.503	15%	239.622	43%
2302-Río Guarínó	46.765	56%	24.774	30%	21.991	26%
2301-Río Gualí	48.158	55%	18.554	21%	29.605	34%
2403-Río Chicamocha	510.594	53%	136.163	14%	374.431	39%
2405-Río Sogamoso	177.691	52%	92.138	27%	85.554	25%

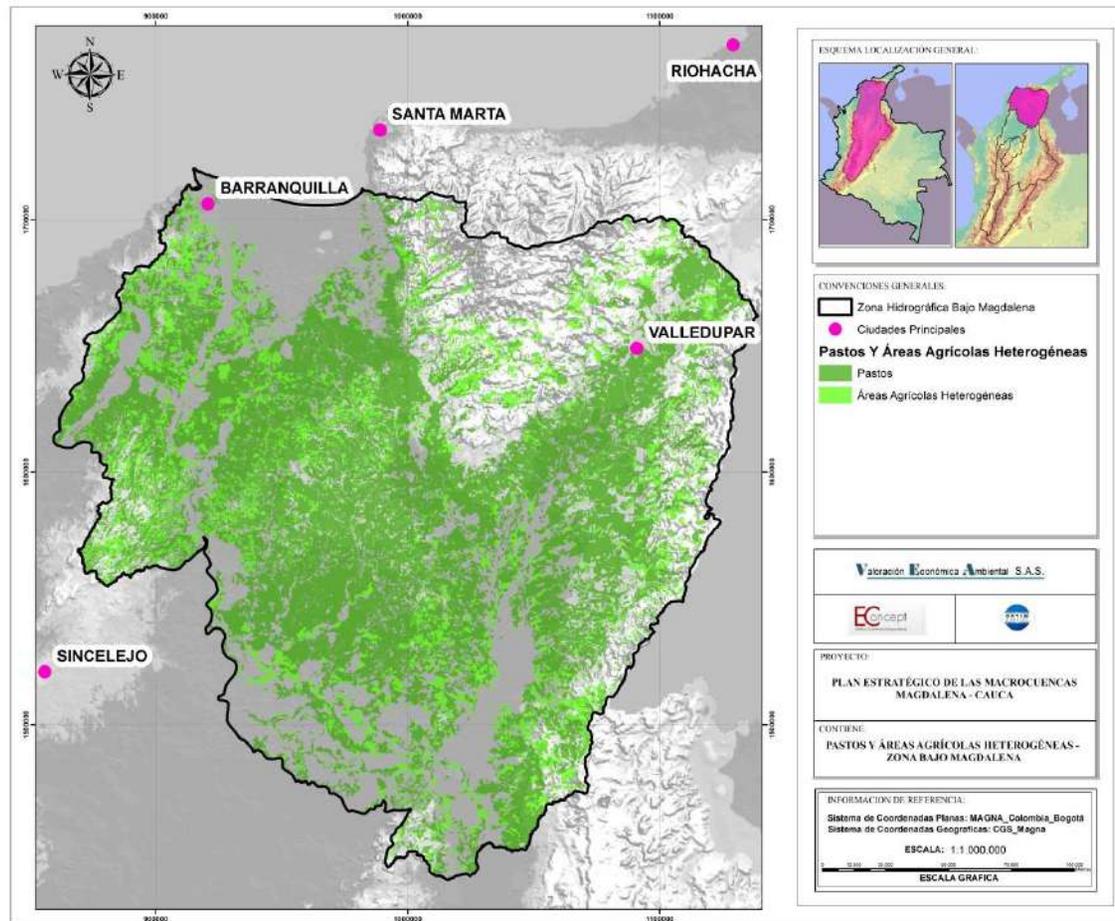
Subzona Hidrográfica	Pastos+AAH (ha)	% Pastos+AAH/Total	A. Pastos (ha)	% Pastos/Total	AAH (ha)	% AAH/Total
2305-Río Samaná	120.454	50%	54.137	23%	66.317	28%
2320-Brazo Morales	309.606	44%	162.020	23%	147.586	21%
2317-Río Cimitarra	178.558	36%	108.308	22%	70.250	14%
Total	4.872.840	59%	2.307.454	28%	2.565.386	31%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

2.4.4.4.1.3 Bajo Magdalena

En la siguiente ilustración se presentan las áreas clasificadas como pastos y áreas agrícolas heterogéneas de para la zona Bajo Magdalena. Los pastos ocupan el 41% del área de la zona y las AAH el 18% (total de 59%).

Ilustración 2.117. Pastos y áreas agrícolas heterogéneas en la zona hidrográfica Bajo Magdalena



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

De acuerdo a lo observado en la siguiente tabla, la subzona que tiene un mayor porcentaje de área de pastos y áreas agrícolas heterogéneas (AAH) con respecto al área total de cada subzona es “2908-Arroyo Corozal” con un 83%, siendo esta también la subzona con un mayor porcentaje de pastos sobre el total de cada subzona con 76%. Por otro lado la subzona de mayor porcentaje de AAH con respecto al total de la subzona es “2904-Directos al Bajo Magdalena (mi)” con un 38%.

Tabla 2.137. Áreas ganadería Zona Hidrográfica Bajo Magdalena

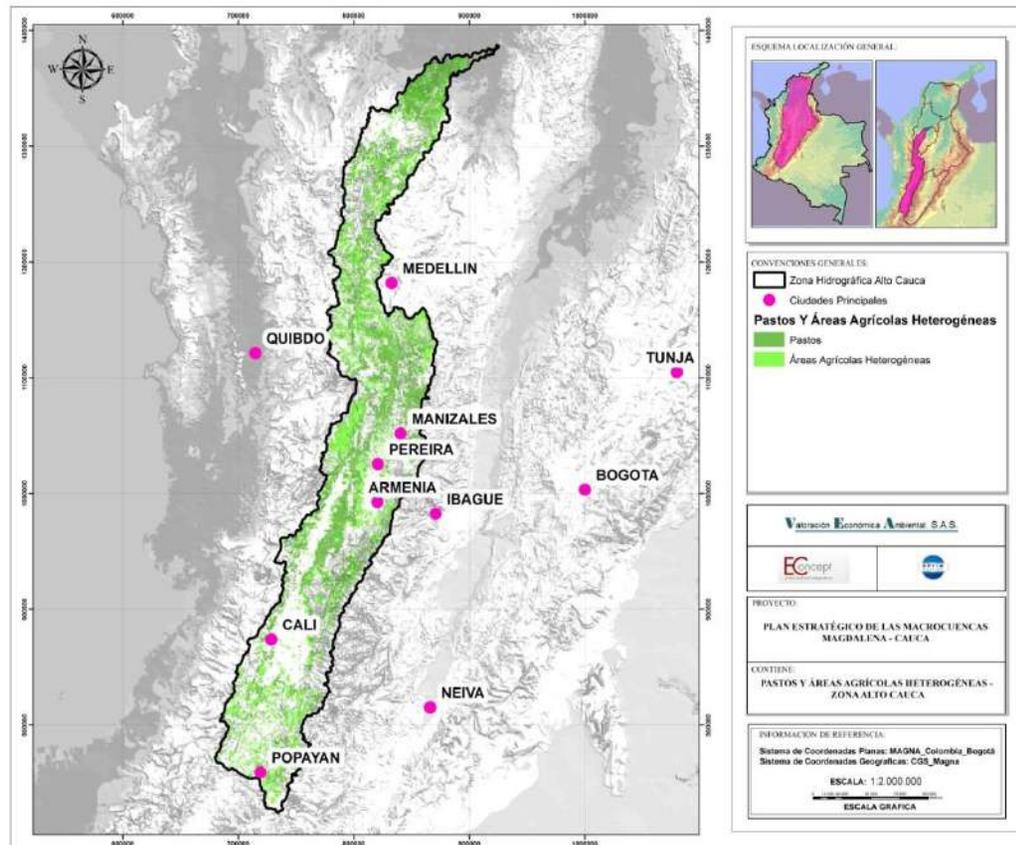
Subzona Hidrográfica	Pastos+AAH (ha)	% Pastos+AAH/Total	A. Pastos (ha)	% Pastos/Total	AAH (ha)	% AAH/Total
2908-Arroyo Corozal	305.869	83%	282.390	76%	23.478	6%
2902-Directos al Bajo Magdalena (md)	182.135	82%	135.996	61%	46.139	21%
2901-Directos al Bajo Magdalena (mi)	144.378	72%	85.771	43%	58.607	29%
2903-Bajo Magdalena - Canal del Dique	171.186	71%	105.214	44%	65.972	27%
2804-Río Ariguaní	378.005	71%	290.370	54%	87.635	16%
2904-Directos al Bajo Magdalena (mi)	96.941	69%	43.073	30%	53.868	38%
2802-Medio Cesar	519.300	63%	366.719	44%	152.582	18%
2805-Bajo Cesar	326.047	55%	225.078	38%	100.969	17%
2907-Directos Bajo Magdalena	337.098	48%	229.493	33%	107.605	15%
2801-Alto Cesar	159.670	47%	89.028	26%	70.642	21%
2906-Cga Grande de Santa Marta	327.438	39%	210.139	25%	117.299	14%
Total	2.948.068	59%	2.063.271	41%	884.797	18%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09”

2.4.4.4.1.4 Alto Cauca

En la siguiente ilustración se presentan las áreas clasificadas como pastos y áreas agrícolas heterogéneas de para la zona Alto Cauca. Los pastos ocupan el 24% del área de la zona y las AAH el 36% (total de 60%).

Ilustración 2.118. Pastos y áreas agrícolas heterogéneas en la zona hidrográfica Alto Cauca



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09

De acuerdo a lo observado en la siguiente tabla, la subzona que tiene un mayor porcentaje de área de pastos y áreas agrícolas heterogéneas (AAH) con respecto al área total de cada subzona es “2617-Río Frío y Otros Directos al Cauca” con un 84%

La subzona con un mayor porcentaje de pastos sobre el total de cada subzona es “2636-Río Paila” con 54%. Por otro lado la subzona de mayor porcentaje de AAH con respecto al total de la subzona es “2606-Río Ovejas” con un 68%.

Tabla 2.138. Áreas ganadería Zona Hidrográfica Alto Cauca

Subzona Hidrográfica	Pastos+AAH (ha)	% Pastos+AAH/Total	A. Pastos (ha)	% Pastos/Total	AAH (ha)	% AAH/Total
2617-Río Frío y Otros Directos al Cauca	137.290	84%	66.525	41%	70.765	43%
2606-Río Ovejas	72.721	79%	9.634	10%	63.086	68%
2602-Río Purace	72.776	78%	12.438	13%	60.337	65%
2605-Río Timba	38.718	77%	6.027	12%	32.691	65%
2625-Directos al Cauca (md)	76.962	76%	28.827	28%	48.134	47%
2603-Río Salado y otros directos Cauca	93.443	75%	9.650	8%	83.793	67%
2627-Río Piendamó	43.426	74%	9.104	16%	34.322	59%
2616-Río Tapias y otros directos al Cauca	103.885	74%	68.188	48%	35.697	25%
2628-Río Quinamayo y otros directos al Cauca	59.121	72%	17.322	21%	41.799	51%
2620-Directos Río Cauca (md)	254.724	72%	93.118	26%	161.607	45%
2608-Directos Río Cauca (mi)	93.609	69%	39.213	29%	54.396	40%
2636-Río Paila	33.636	68%	27.000	54%	6.636	13%
2618-Río Arma	125.985	68%	64.175	34%	61.810	33%
2614-Río Risaralda	83.743	66%	30.375	24%	53.368	42%
2621-Directos Río Cauca (mi)	212.237	62%	83.947	25%	128.290	38%
2619-Río San Juan	88.002	62%	27.366	19%	60.637	43%
2637-Directos Río Cauca (md)	49.985	61%	37.527	46%	12.459	15%
2601-Alto Río Cauca	47.584	56%	10.853	13%	36.731	43%
2624-Río Taraza - Río Man	143.634	56%	85.615	33%	58.019	22%

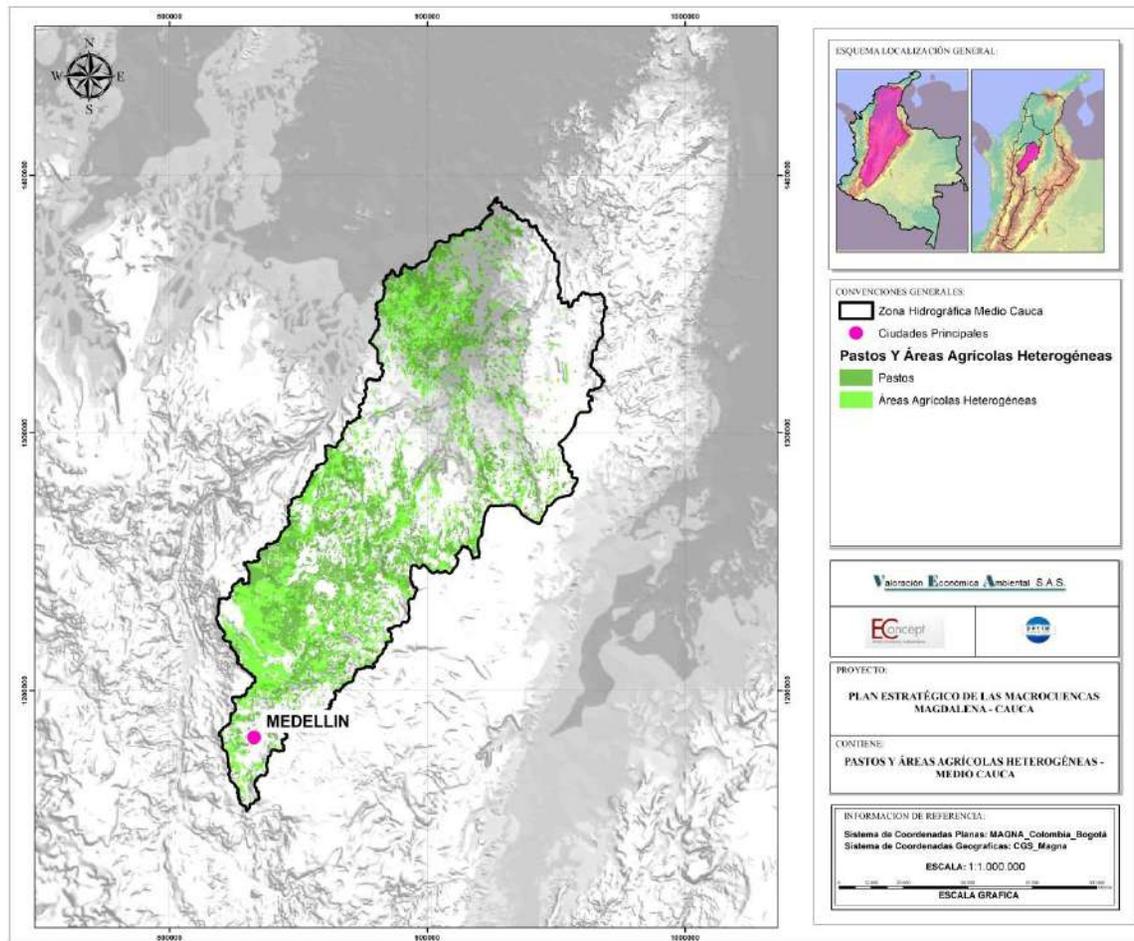
Subzona Hidrográfica	Pastos+AAH (ha)	% Pastos+AAH/Total	A. Pastos (ha)	% Pastos/Total	AAH (ha)	% AAH/Total
2634-Río Morales	14.678	53%	9.163	33%	5.515	20%
2612-Río La Vieja	149.784	53%	44.620	16%	105.164	37%
2611-Río Frío	20.038	52%	8.251	22%	11.787	31%
2635-Río Bugalagrande	38.489	51%	22.302	29%	16.187	21%
2631-Directos al Río Cauca (mi)	44.272	50%	18.202	21%	26.070	30%
2633-Río Guadalajara	7.989	49%	3.745	23%	4.244	26%
2604-Río Palo	81.264	49%	14.390	9%	66.874	40%
2610-Río Tulua	54.140	47%	35.360	31%	18.779	16%
2615-Río Chinchiná	48.617	46%	23.990	23%	24.627	23%
2630-Río Pance	23.525	40%	6.985	12%	16.540	28%
2629-Río Claro	8.977	37%	2.057	8%	6.920	29%
2613-Río Otún	44.482	36%	22.478	18%	22.003	18%
2632-Río Cerrito y otros directos al Cauca	26.201	34%	7.313	10%	18.888	25%
2609-Río Amaime	28.197	33%	11.282	13%	16.914	20%
2607-Río Fraile y otros directos al Cauca	30.981	24%	8.744	7%	22.237	18%
2622-Río Desbaratado	3.096	17%	90	0%	3.007	16%
	2.456.210	60%	965.875	24%	1.490.335	36%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

2.4.4.4.1.5 Medio Cauca

En la siguiente ilustración se presentan las áreas clasificadas como pastos y áreas agrícolas heterogéneas de para la zona Medio Cauca. Los pastos ocupan el 21% del área de la zona y las AAH el 29% (total de 50%).

Ilustración 2.119. Pastos y áreas agrícolas heterogéneas en la zona hidrográfica Medio Cauca



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

De acuerdo a lo observado en la siguiente tabla, la subzona que tiene un mayor porcentaje de área de pastos y áreas agrícolas heterogéneas (AAH) con respecto al área total de cada subzona es “2701-Río Porce” con un 63%, siendo esta también la subzona de mayor porcentaje de AAH con respecto al total de la subzona con 40%.

La subzona con un mayor porcentaje de pastos sobre el total de cada subzona es “2704-Directos al Bajo Nechí” con 32%.

Tabla 2.139. Áreas ganadería Zona Hidrográfica Medio Cauca

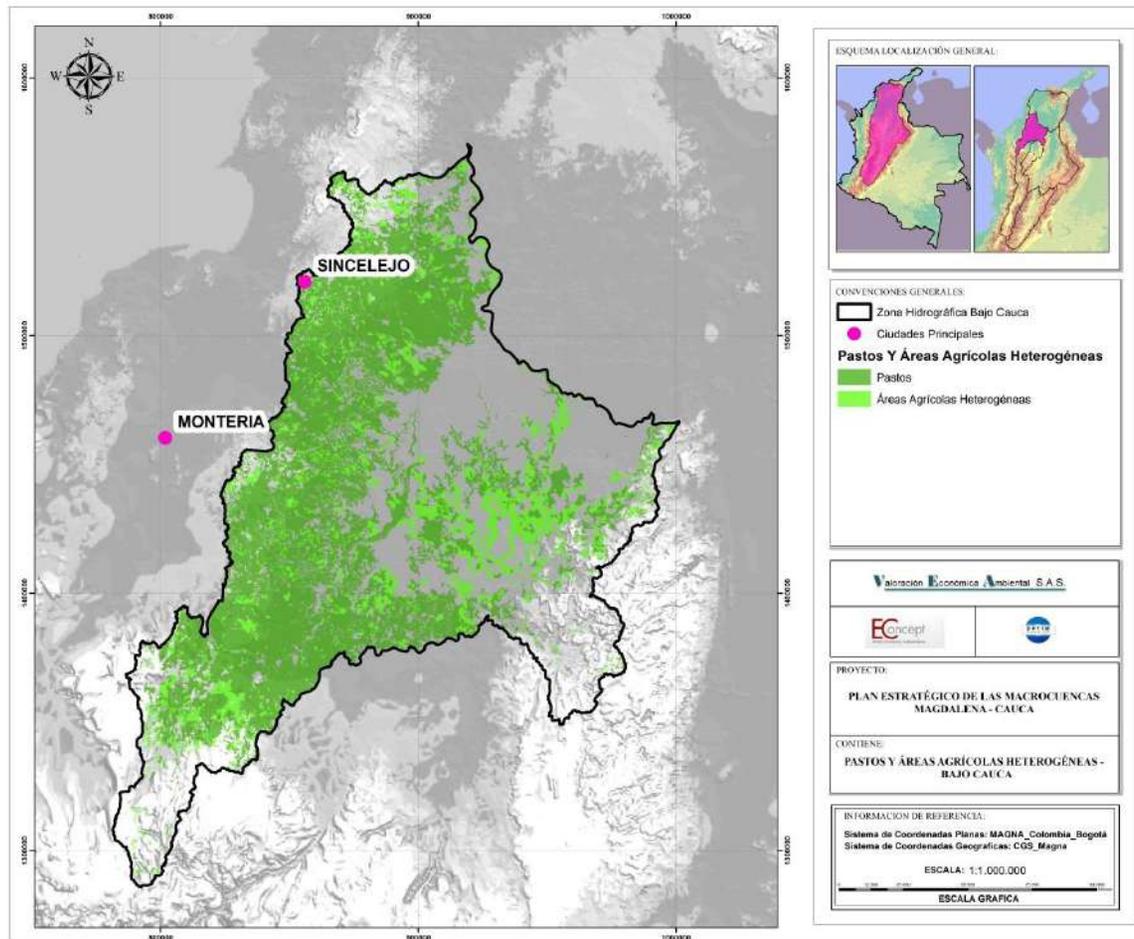
Subzona Hidrográfica	Pastos+AAH (ha)	% Pastos+AAH/Total	A. Pastos (ha)	% Pastos/Total	AAH (ha)	% AAH/Total
2701-Río Porce	329.519	63%	119.144	23%	210.375	40%
2704-Directos al Bajo Nechí	118.800	61%	61.542	32%	57.258	29%
2702-Alto Nechí	161.559	55%	83.170	28%	78.389	27%
2703-Bajo Nechí	121.881	27%	43.191	10%	78.689	18%
Total	731.759	50%	307.048	21%	424.711	29%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09”

2.4.4.4.1.6 Bajo Cauca

En la siguiente ilustración se presentan las áreas clasificadas como pastos y áreas agrícolas heterogéneas de para la zona Bajo Cauca. Los pastos ocupan el 42% del área de la zona y las AAH el 16% (total de 59%).

Ilustración 2.120. Pastos y áreas agrícolas heterogéneas en la zona hidrográfica Bajo Cauca



Fuente: Elaboración UT Macrocuenas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

De acuerdo a lo observado en la siguiente tabla, la subzona que tiene un mayor porcentaje de área de pastos y áreas agrícolas heterogéneas (AAH) con respecto al área total de cada subzona es “2502-Bajo San Jorge - La Mojana” con un 66%, siendo esta también la subzona con un mayor porcentaje de pastos sobre el total de cada subzona con 50%, mientras que la subzona de mayor porcentaje de AAH con respecto al total de la subzona es “2501-Alto San Jorge” con un 21%

Tabla 2.140. Áreas ganadería Zona Hidrográfica Bajo Cauca

Subzona Hidrográfica	Pastos+AAH (ha)	% Pastos+AAH/Total	A. Pastos (ha)	% Pastos/Total	AAH (ha)	% AAH/Total
2502-Bajo San Jorge - La Mojana	1.132.509	66%	867.114	50%	265.394	15%
2501-Alto San Jorge	250.706	63%	166.504	42%	84.202	21%
2626-Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	133.384	28%	55.588	12%	77.796	16%
Total	1.516.599	59%	1.089.206	42%	427.393	16%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09”

2.4.4.4.1.7 Conclusiones áreas dedicadas a ganadería

En la Macrocuenca Magdalena Cauca la zona hidrográfica con mayor porcentaje de pastos y áreas agrícolas heterogéneas sobre el área total de cada subzona (AAH) es Alto Cauca, lo cual se debe principalmente a la cobertura de AHH.

Tabla 2.141. Porcentajes de coberturas por zona hidrográfica

Zona Hidrográfica	% Pastos+AAH/Total	% Pastos/Total	% AAH/Total
Alto Magdalena	51%	23%	28%
Medio Magdalena	59%	28%	31%
Bajo Magdalena	59%	41%	18%
Alto Cauca	60%	24%	36%
Medio Cauca	50%	21%	29%
Bajo Cauca	59%	42%	16%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09

Lo subzona con mayor porcentaje de áreas de pastos y áreas agrícolas heterogéneas (AAH) sobre el área total de la subzona es “2617-Río Frío y Otros Directos al Cauca (Alto Cauca)”.

Tabla 2.142. Porcentajes de coberturas por subzona hidrográfica

Máximos % Pastos+AAH/Total		Máximos % Pastos /Total		Máximos % AAH/Total	
Subzona	%	Subzona	%	Subzona	%
2617-Río Frío y Otros Directos al Cauca (Alto Cauca)	84%	2208-Bajo Saldaña (Alto Magdalena)	78%	2606-Río Ovejas (Alto Cauca)	68%
2908-Arroyo Corozal (Bajo Magdalena)	83%	2908-Arroyo Corozal (Bajo Magdalena)	76%	2402-Río Fonce (Medio Magdalena)	42%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09

2.4.5 Sector Industrial

En esta sección se presenta un análisis del comportamiento que ha seguido la industria minera, de hidrocarburos y manufacturera en la Macrocuenca en los últimos años, teniendo en cuenta los porcentajes de participación de cada zona, así como las tendencias en precios a nivel internacional. Adicionalmente, el sector hidroeléctrico se analiza teniendo en cuenta la tendencia de la oferta y demanda de energía, y se presentan proyecciones hasta el año 2020.

Subsector de carbón

A continuación se presenta la evolución en participación en valor agregado del subsector del carbón en porcentaje para el periodo 1990 – 2011 en la Tabla 2.143. Allí se evidencia que la participación de la Macrocuenca Magdalena-Cauca ha venido aumentando desde 1990 hasta 2011 logrando en este último año la mayor parte en el subsector carbón. Tal crecimiento se debió al crecimiento en la zona hidrográfica Bajo Magdalena.

Tabla 2.143 Evolución participación en valor agregado del subsector carbón (%) 1990-2011.

	1990	1995	2000	2005	2011
Alto Magdalena	1.8	1.8	1.0	0.8	1.1
Medio Magdalena	6.3	9.5	9.1	10.9	12.7
Bajo Magdalena	12.9	26.6	30.3	41.3	44.7
Alto Cauca	2.7	2.4	0.8	0.4	0.2
Medio Cauca	1.0	0.8	0.4	0.2	0.1
Bajo Cauca	0.6	0.4	0.1	0.1	0.1
Magdalena-Cauca	25.4	41.4	41.7	53.7	59.0
Catatumbo	1.9	2.8	1.7	2.0	2.0
Guajira	65.2	49.0	52.9	41.7	35.9
Litoral	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0
Urabá	2.0	1.5	0.7	0.4	0.3
Caribe	69.3	53.5	55.3	44.2	38.2
Amazonas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Orinoco	3.7	3.6	2.6	2.0	2.7
Pacifico	1.6	1.5	0.4	0.2	0.1
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Cálculo UT Macrocuencas con información de (DANE).

Hidrocarburos

La evolución de participación en valor agregado del petróleo y gas en porcentaje para el periodo 1990 – 2011 se muestra en la siguiente tabla donde se ve que la mayor contribución corresponde a la Macrocuenca del Orinoco seguida por Magdalena-Cauca esta última con un promedio para el periodo 1990-2011 de 24%. Al interior de esta Macrocuenca las zonas con mayor contribución son Alto y Medio Magdalena. Este sector presenta para Magdalena cauca tendencia decreciente hasta el 2000, aumenta en 2005 pero vuelve a caer hacia 2011.

Tabla 2.144 Evolución participación en valor agregado del subsector petróleo y gas (%) 1990-2011.

	1990	1995	2000	2005	2011
Alto Magdalena	12.3	11.8	11.4	15.6	7.8
Medio Magdalena	13.0	6.4	4.3	5.9	9.1
Bajo Magdalena	1.1	0.8	0.6	0.7	0.9
Alto Cauca	1.5	1.0	0.6	1.0	0.5
Medio Cauca	1.5	0.8	0.5	1.0	0.5
Bajo Cauca	0.6	0.4	0.3	0.5	0.5
Magdalena-Cauca	30.1	21.2	17.6	24.8	19.3
Catatumbo	1.1	0.7	0.4	0.4	0.3
Guajira	2.4	2.0	0.5	0.8	0.6
Litoral	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1
Urabá	1.9	1.0	0.6	1.2	0.6
Caribe	5.7	3.8	1.6	2.6	1.6
Amazonas	3.4	3.0	1.8	2.7	5.8
Orinoco	60.8	71.7	78.9	69.8	73.1
Pacifico	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Cálculo UT Macrocuencas con información de (DANE).

Minerales metálicos

La tabla que se presenta a continuación contiene información sobre la evolución en la participación en valor agregado de los minerales metalíferos en porcentaje para el periodo 1990-2011. La Mayor contribución es de la Macrocuena Magdalena-Cauca aunque su tendencia ha venido siendo decreciente en el tiempo. En su interior las zonas de mayor influencia son Medio Magdalena, Alto Cauca y Bajo Cauca, aunque solo las primeras dos zonas presentan tendencia a la baja.

Tabla 2.145 Evolución participación en valor agregado del subsector minerales metalíferos (%) 1990-2011.

	1990	1995	2000	2005	2011
Alto Magdalena	0.7	0.5	0.0	0.3	0.4
Medio Magdalena	13.6	14.9	5.2	7.9	10.6
Bajo Magdalena	2.5	6.3	0.5	1.3	3.2
Alto Cauca	11.7	7.1	4.6	6.4	8.0
Medio Cauca	9.1	3.8	3.7	4.8	5.9
Bajo Cauca	13.7	22.5	29.8	26.8	12.1
Magdalena-Cauca	51.4	55.2	43.9	47.4	40.2
Catatumbo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Guajira	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Litoral	3.6	4.7	6.3	5.8	2.9
Urabá	33.9	31.8	46.5	43.5	39.2
Caribe	37.6	36.6	52.8	49.3	42.1
Amazonas	1.1	0.6	0.1	0.1	0.3
Orinoco	0.6	0.8	0.2	0.2	0.1
Pacifico	9.3	6.8	3.0	3.0	17.3
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Cálculo UT Macrocuencas con información de (DANE).

Minerales no metálicos

En la siguiente tabla se muestra la información sobre la evolución en la participación en valor agregado de los minerales no metálicos en porcentaje para el periodo 1990-2011. La mayor contribución se origina en la Macrocuena Magdalena-Cauca impulsada por la zona hidrográfica Alto Magdalena, aunque también es importante mencionar la participación de la zona hidrográfica Medio Magdalena que presenta una tendencia contraria, para el periodo estudiado ha ido cayendo.

Tabla 2.146 Evolución participación en valor agregado del subsector minerales no metálicos (%) 1990-2011.

	1990	1995	2000	2005	2011
Alto Magdalena	15.4	18.0	20.5	22.2	20.1
Medio Magdalena	30.8	31.3	24.5	22.6	22.9
Bajo Magdalena	4.5	3.5	6.7	7.6	8.0
Alto Cauca	8.4	6.2	8.0	10.8	11.5
Medio Cauca	2.9	2.0	2.4	3.3	3.3
Bajo Cauca	1.9	1.5	2.7	2.5	2.7
Magdalena-Cauca	63.9	62.5	64.7	68.9	68.4
Catatumbo	1.2	0.7	0.9	0.7	0.8
Guajira	0.9	0.4	1.4	1.4	1.2
Litoral	1.4	1.1	1.5	1.6	1.6
Urabá	3.9	3.0	4.3	4.9	5.1
Caribe	7.4	5.3	8.1	8.6	8.8
Amazonas	0.4	0.5	0.6	0.6	1.1
Orinoco	23.4	28.3	22.0	15.9	15.5
Pacífico	4.8	3.3	4.6	5.9	6.1
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Cálculo UT Macrocuencas con información de (DANE).

Industria manufacturera

Por último se presenta información sobre la industria manufacturera. En la tabla que se encuentra a continuación, se presenta la evolución de la participación en valor agregado del subsector industria manufacturera en porcentaje para el periodo 1990-2011. La mayor contribución viene de la Macrocuena Magdalena-Cauca que además presenta una tendencia creciente desde 1990 a 2011. En su interior la mayor influencia resulta de las zonas Alto Magdalena, Medio Magdalena y Alto Cauca de estas tres zonas hidrográficas Medio Magdalena presenta una fuerte tendencia al alza para el periodo de estudio, las otras dos zonas presentan una tendencia a la baja aunque su pendiente es menor que la que expone la zona de Medio Magdalena.

Tabla 2.147 Evolución participación en valor agregado del subsector industria manufacturera (%) 1990-2011.

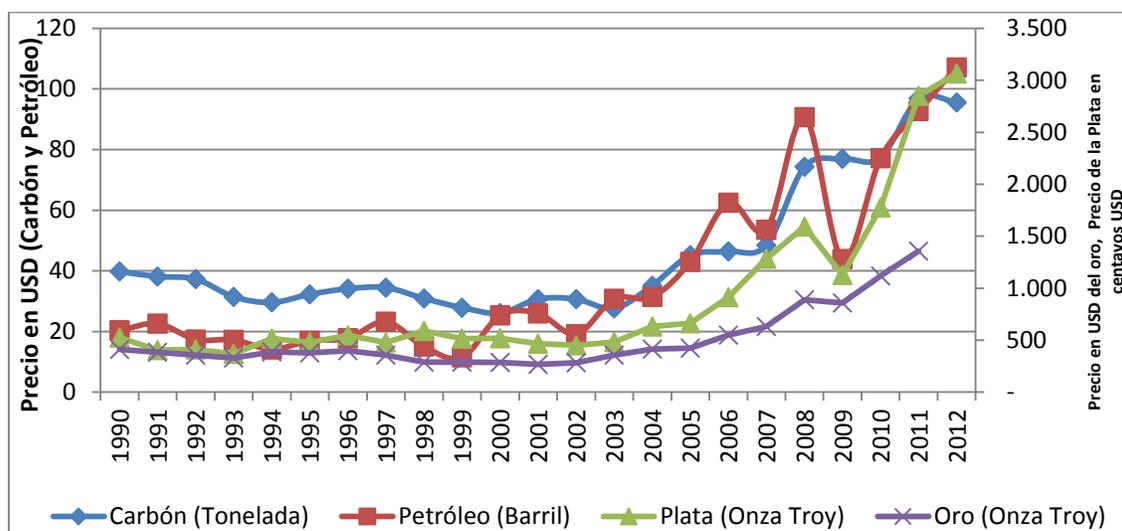
	1990	1995	2000	2005	2011
Alto Magdalena	26.8	25.5	25.5	23.6	21.2
Medio Magdalena	14.8	15.5	18.1	23.6	26.1
Bajo Magdalena	7.3	7.6	7.0	7.2	7.3
Alto Cauca	16.4	16.5	14.6	12.9	12.9
Medio Cauca	4.5	4.5	4.0	3.7	3.4
Bajo Cauca	1.6	1.7	2.2	2.6	2.7
Magdalena-Cauca	71.2	71.2	71.5	73.5	73.8
Catatumbo	0.6	0.6	0.9	0.7	0.7
Guajira	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Litoral	2.3	2.3	2.2	2.0	2.0
Urabá	5.8	5.8	5.4	4.8	4.5
Caribe	8.8	8.8	8.6	7.7	7.4
Amazonas	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6
Orinoco	9.8	9.7	10.6	10.6	10.1
Pacifico	9.8	9.8	8.7	7.7	8.2
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Cálculo UT Macrocuencas con información de (DANE).

Precios a nivel internacional

El precio internacional del oro medido en dólares por onza troy se mantuvo alrededor de los 400 dólares durante el periodo 1990-2006, a partir de este último año la tendencia se volvió creciente y se mantuvo al alza hasta aproximadamente mediados del 2011 desde allí la tendencia ha sido variable al alza y a la baja por lo que no se puede determinar con precisión si volverá a tomar una trayectoria creciente o se mantendrá oscilado alrededor de los 1700 dólares. Esta información puede verse en la siguiente que muestra la tendencia en el precio internacional del oro en dólares por onza troy.

Ilustración 2.121. Tendencia precios internacionales.



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de (Reuters, 2013); (The World Bank, 2013); (DANE); (The World Bank, 2013)

En cuanto al comportamiento del precio del oro a nivel nacional la tendencia ha seguido la misma trayectoria del precio internacional, al alza desde 2001 y desde mediados de 2011 se ha mantenido oscilando alrededor de los 3 millones de pesos.

Continuando con los metales se presenta la tendencia del precio internacional de la plata en dólares por onza troy para el periodo 1990 – 2012 en la anterior Ilustración. Allí puede verse que el comportamiento de este metal fue constante alrededor de los 500 centavos de dólar por onza troy durante el periodo 1990-2003 periodo a partir del cual pese a presentar una caída en 2008 se ha mantenido una tendencia constante al alza. Por último puede verse que el comportamiento en el precio de la plata inició un descenso en 2011 desde entonces se ha mantenido a la baja.

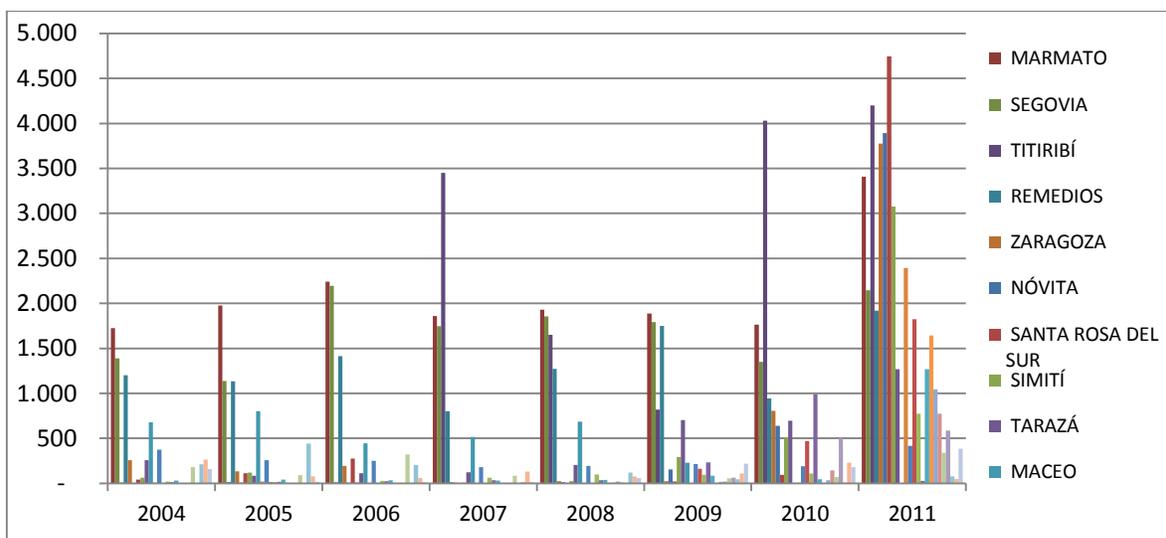
El carbón térmico colombiano es el siguiente indicador representativo para el desarrollo de este informe. En la ilustración anterior se presenta la tendencia del precio internacional del carbón térmico colombiano en dólares por tonelada de carbón, para el periodo 1984 – 2012. Se observa un aumento constante en el precio del carbón desde el año 2000, antes de ello el precio se mantuvo oscilante en una banda entre 20 y 40 dólares por tonelada. Los precios presentados corresponden al promedio anual del valor de las exportaciones y el volumen total en toneladas.

El petróleo crudo internacional mantuvo su precio por barril alrededor de los 20 dólares entre 1990 y 2003, posteriormente su tendencia fue creciente hasta 2008 presentando una caída muy pronunciada pasando de 133 USD en julio de 2008 a 41 USD en febrero de 2009, desde allí su tendencia volvió a ser creciente y desde abril del 2011 ha tenido alzas y bajas oscilantes alrededor de los 105 USD.

Producción de plata

El comportamiento que tiene la producción nacional de plata se presenta en la siguiente Ilustración para el periodo 2004-2012 en kilogramos, los municipios que aparecen en la gráfica son aquellos cuya producción es mayor a los 120 kilogramos en promedio para el periodo estudiado. La producción por municipios tiene importantes oscilaciones de una año a otro razón por la cual para ver la tendencia positiva de aumento en la producción nacional de plata se realizó el análisis con el promedio de la producción de los municipios durante el periodo estudiado. La mayor producción estuvo en manos de Marmato con un promedio de más de 2000 kg, seguido por Segovia con 1800 kg, después está Titiribí con 1600 y Remedios con 1300 kg de allí en adelante la producción promedio por municipio es menor a 900 kg.

Ilustración 2.122 Producción nacional de plata por municipios. 2004-2012. En kilogramos.

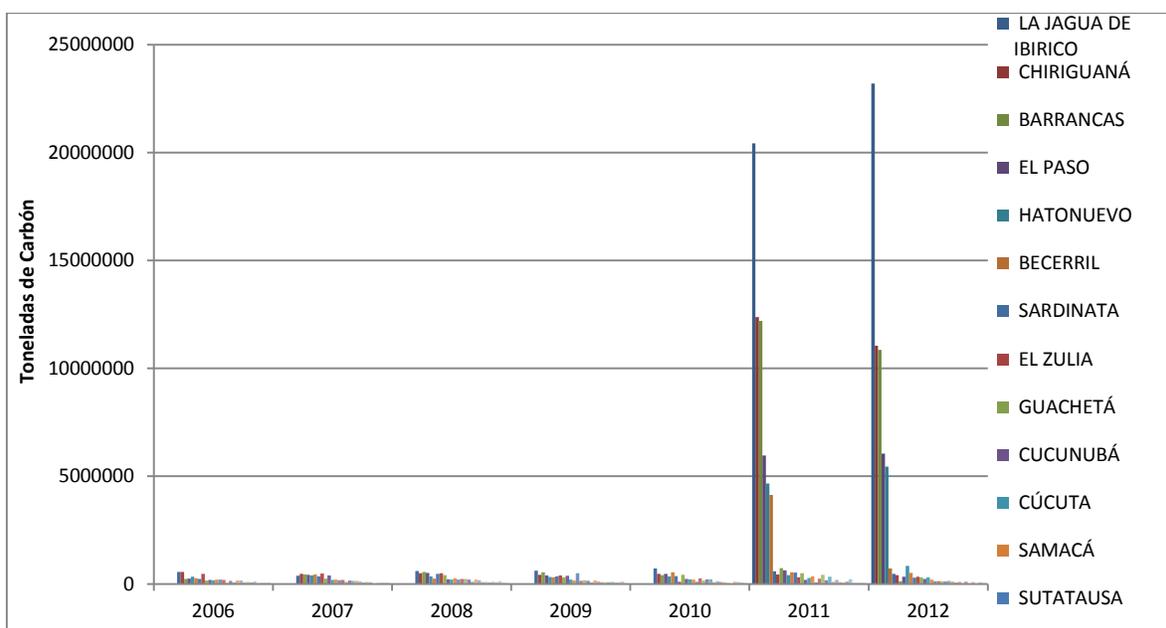


Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de (SIMCO, 2013)

Producción de carbón

En cuanto a la producción de carbón por municipio esta se presenta en la siguiente Ilustración para el periodo 2006-2012. Allí se observa que el importante crecimiento desde 2011 jalonado especialmente por los municipios de la Jagua de Ibirico con 23 millones de toneladas en 2012, Chiriguana, Barrancas, El Paso, Hato Nuevo y Becerril con 2,4 millones de toneladas de producción en 2012, Municipios para los cuales no existen datos repostados antes de la fecha y cuya producción promedio es más de cuatro veces mayor que los municipios con reportes anteriores a 2011. En cuanto a los datos correspondientes al periodo 2006-2011 los tres municipios con mayor producción eran Sardinata con un promedio de 564 mil toneladas, El Zulia con 468 mil toneladas y Guachetá con 434 mil toneladas.

Ilustración 2.123. Tendencia producción nacional de carbón por municipio. 2006-2012

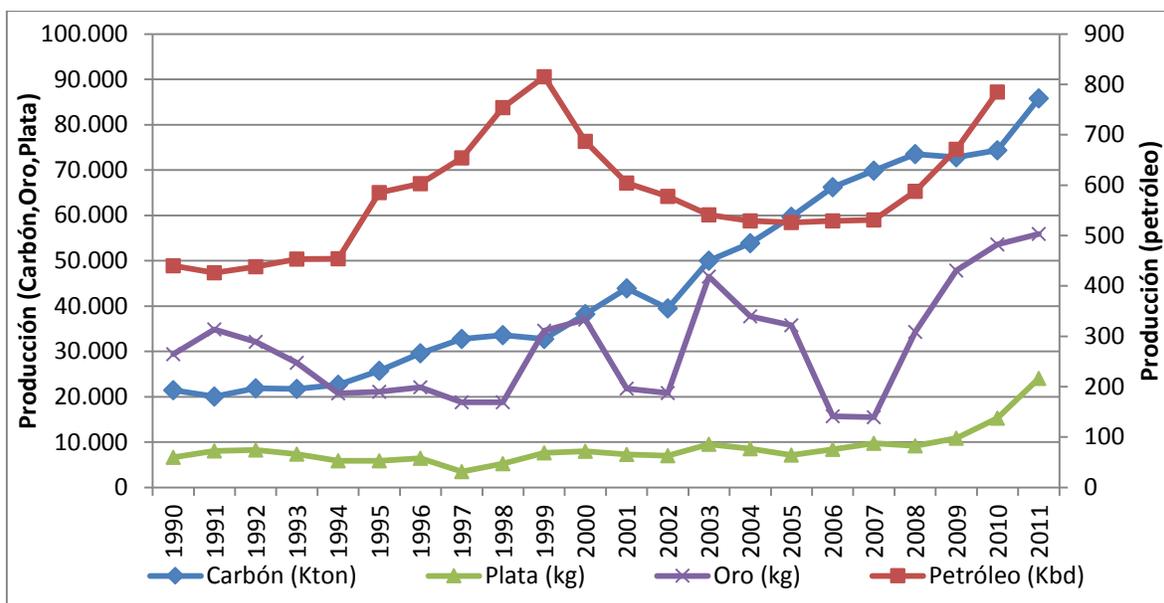


Fuente: Elaboración UT Macrocuenas con información de (SIMCO, 2013)

Tendencia producción minera nacional

A continuación en la siguiente ilustración se hace una comparación entre el carbón, el oro y la plata para ver la tendencia de la producción minera nacional. Los tres productos mineros, el carbón el oro y la plata presentan una tendencia creciente en el periodo presentado, de los tres el carbón tiene la mayor pendiente positiva mostrando un crecimiento mayor en el tiempo, además de ser mucho menos oscilante que el crecimiento del oro que ha tenido importantes caídas como la que se presentó en 2002 y 2007. En cuanto a la trayectoria que sigue la plata se ve estabilidad alrededor de los 8.000 Kg hasta 2009 y desde allí presenta dirección creciente.

Ilustración 2.124. Tendencias de la producción minera nacional



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de (SIMCO, 2013)

Por último se presentará el PIB de la industria proyectado a 2050, esto con el fin de saber cuáles subzonas tendrá mina mayor participación en este sector. En la siguiente tabla se muestran las 10 subzonas con el mayor PIB de la industria proyectado a 2050, las cifras que se presentan en la tabla están en Millones de Pesos. En primer lugar se encuentra la subzona del Río Bogotá, donde se encuentra la capital del país. Muy de cerca se encuentra la subzona Río Sumapaz.

Tabla 2.148 PIB industrial 2012 y proyectado 2020 2050. Miles de Millones.

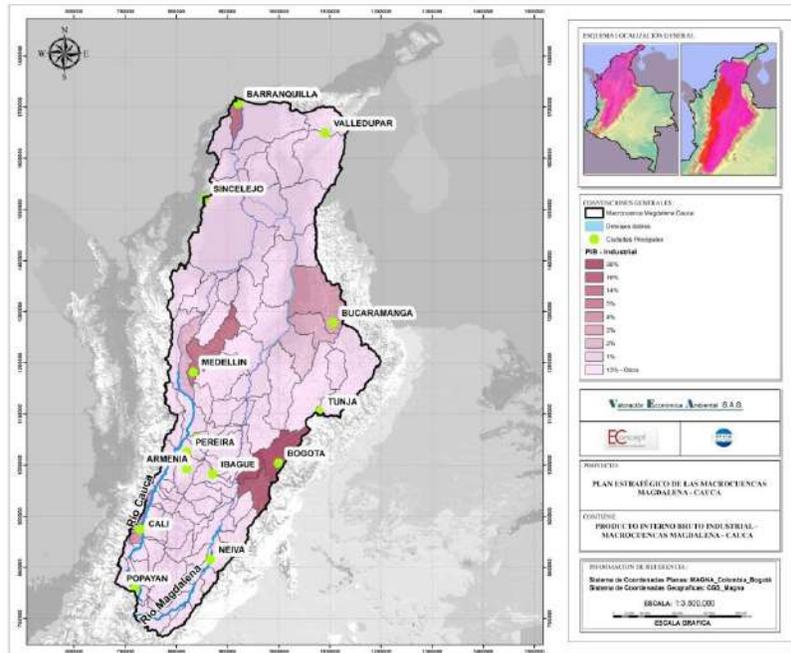
SZH	NOMSZH	2012	2020	2050
2120	Río Bogotá	17.534	29.793	219.281
2119	Río Sumapaz	17.229	29.269	215.385
2630	Río Pance	7.626	12.370	86.576
2631	Directos al Río Cauca (mi)	3.827	6.233	43.822
2405	Río Sogamoso	1.778	2.999	21.911
2701	Río Porce	1.393	2.386	17.718
2609	Río Amaime	1.196	1.881	12.696
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	1.040	1.812	13.668
2121	Río Coello	955	1.633	12.107
2314	Río Opón	686	1.156	8.427

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE, 2005) y (DNP)

A continuación se presenta en la Ilustración 2.125 el mapa de las subzonas hidrográficas que en la proyección realizada a 2050 se espera que tengan el mayor PIB industrial. Puede verse claramente como la concentración se encuentra donde esa ubicada la ciudad de Bogotá que se presenta en

color más oscuro, al igual que la subzona donde se encuentra Medellín y en la que se encuentra Barranquilla. Sobresalen también las subzonas donde se encuentran Cali y Bucaramanga.

Ilustración 2.125 Mapa subzonas hidrográficas con mayor PIB por industria proyectado 2050

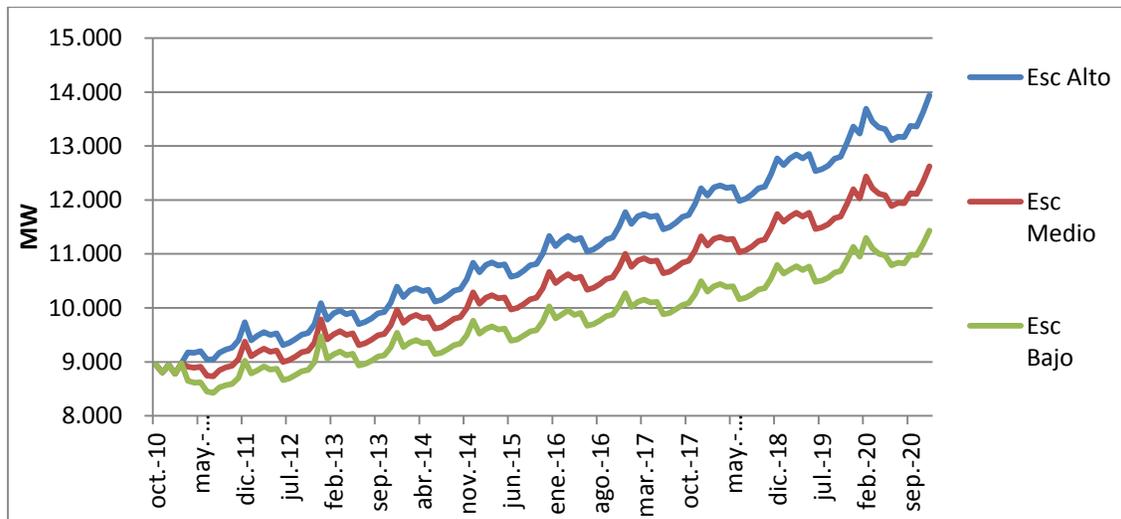


Fuente: Cálculos UT Macroeconomías con información de (DANE, 2005) y (DNP)

2.4.5.1 Tendencias Sector Hidroeléctrico

Primero se presenta la tendencia de la demanda proyectada de potencia máxima (MW) a 2020 bajo tres escenarios (Alto, Medio y Bajo) realizados por la Unidad de Planeación Minero Energética de Colombia. Puede verse en la siguiente Ilustración la tendencia en la demanda potencia máxima en (MW) 2010 – 2020. La proyección inicia en 9 mil MW en 2010 y desde allí sin importar el escenario que se mire la demanda sigue una trayectoria creciente, con oscilaciones pero manteniéndose al alza, al 2020 se espera una potencia máxima de 11 mil MW en el escenario bajo, 12 mil MW en el escenario medio y 14 mil MW en el escenario alto.

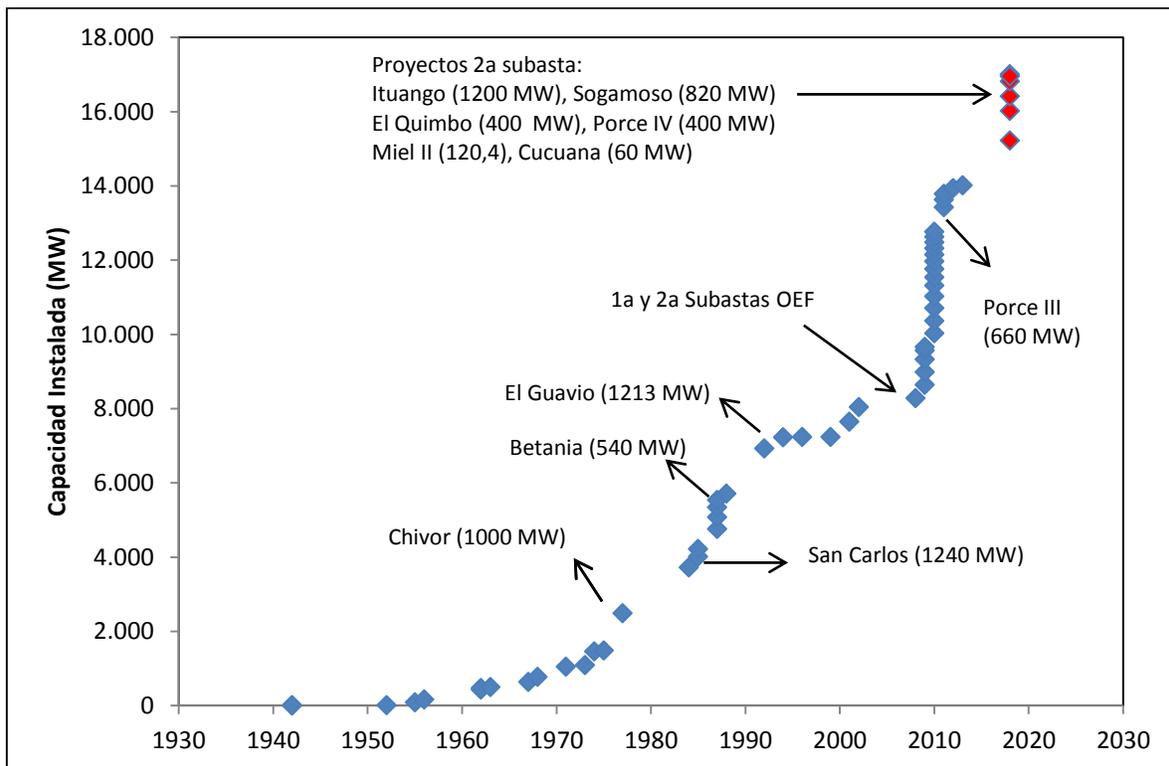
Ilustración 2.126 Tendencia en la demanda potencia máxima (MW) 2010-2020



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de (UPME, 2010)

A continuación en la siguiente ilustración se presenta la tendencia en la capacidad de generación del sistema eléctrico nacional medida en capacidad instalada de MW para el periodo 1930-2020.

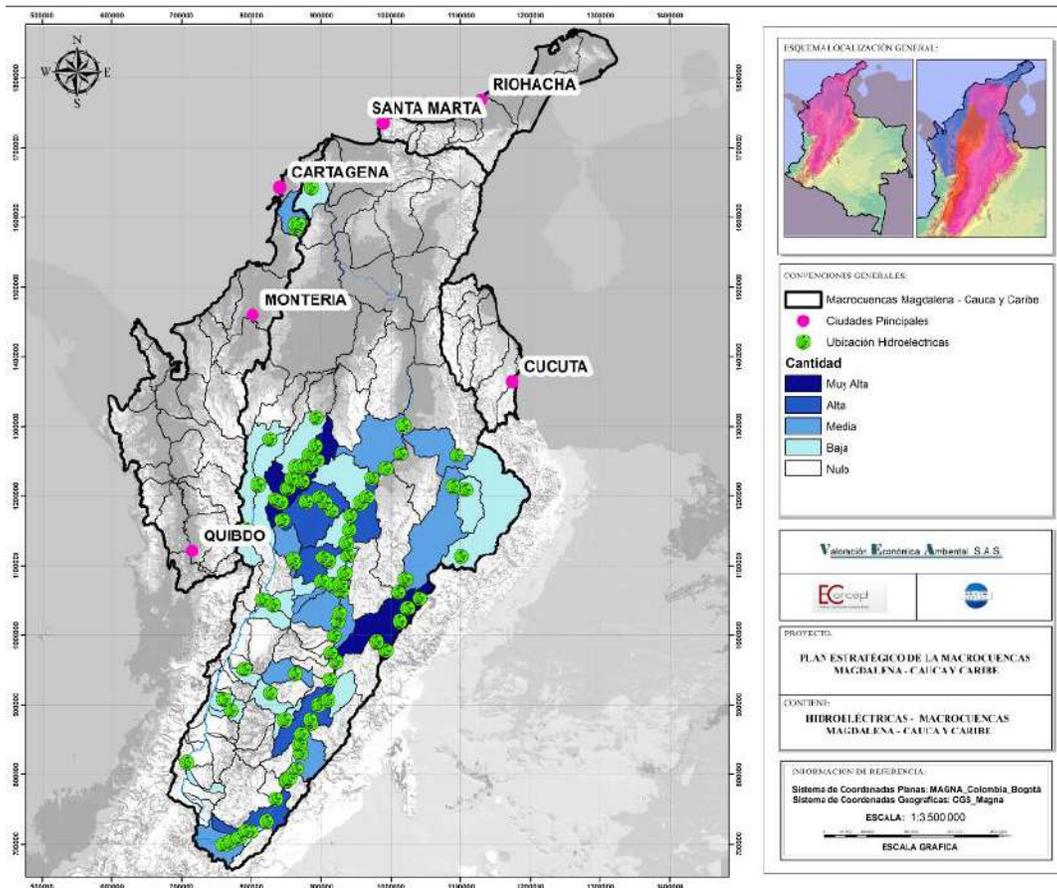
Ilustración 2.127 Tendencia en la capacidad de generación sistema eléctrico nacional. 1930-2020



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de UPME

A Continuación se presenta en la Ilustración 2.128 un mapa donde se muestran las hidroeléctricas existentes y los proyectos que aún no están en funcionamiento. En azul oscuro están las subzonas donde se encuentran más hidroeléctricas y en azul cada vez más claro a medida que disminuye el número. En color verde se presentan como tal las hidroeléctricas y sin color están las subzonas donde no hay ninguna hidroeléctrica. Puede verse que la mayor concentración está en las subzonas Río Bogotá y Río Ponce.

Ilustración 2.128 Mapa de las hidroeléctricas por subzona.



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de UPME

2.4.6 Empleo

En la siguiente sección se presentará la información de los empleos generados en la Macrocuenca Magdalena Cauca según áreas de cultivo permanente y transitorio y por ganadería de las subzonas hidrográficas. Primero se mostrarán los datos para cultivos, empezando por zonas hidrográficas, posteriormente las subzonas en las que más empleos se generan por zonas. Luego se presentará esta misma información para los empleos generados por ganadería y por último se mostrará una comparación de la generación de empleo entre el total de cultivos y la ganadería.

2.4.6.1 Cultivos

En la Tabla 2.129 se presenta la información de cultivos permanentes y transitorios que más empleos generan en las zonas hidrográficas de la Macrocuena Magdalena Cauca y sus correspondientes porcentajes respecto al total de empleos generados por cada uno de los tipos de cultivo. Puede verse allí que en cuanto a cultivos transitorios la zona con la mayor concentración es Alto Magdalena que tiene el 69% de los empleos, le sigue Bajo Magdalena con el 13% y en tercer lugar está Medio Magdalena con el 8%. Medio Cauca es la zona donde menos empleos son generados. En cuanto al empleo por cultivos permanentes el mayor porcentaje corresponde a Alto Cauca con el 52%, le sigue Alto Magdalena con el 23% y en tercer lugar se encuentra Medio Magdalena con el 14%.

Tabla 2.149 Generación de empleo por tipo de cultivo 2007-2009.

Zona	Empleo por Cultivos Transitorios		Empleo por Cultivos Permanentes	
Alto Magdalena	55504	69%	143207	23%
Medio Magdalena	6315	8%	85687	14%
Bajo Magdalena	10048	13%	64207	10%
Alto Cauca	2708	3%	316979	52%
Medio Cauca	32	0%	1510	0%
Bajo Cauca	5414	7%	476	0%
Total general	80.020		612.068	

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011) y IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la siguiente tabla se presenta la información de las subzonas donde más empleos se generan de la zona Alto Magdalena en cuanto a cultivos transitorios puede verse que la mayor cantidad de empleos se genera en Río Luisa y otros directos al Magdalena con el 20%, le sigue Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena con el 16%, en tercer lugar se encuentra Río Aipe y otros directos al Magdalena con el 12%, las demás subzonas se encuentran por debajo del 10%. Respecto a los cultivos permanentes, la mayor cantidad de empleos se concentra en la subzona de Río Bogotá con el 17%, muy de cerca con el 16% está el Río Páez, con el 13% está Ríos Directos Magdalena (md) con el 10%.

Tabla 2.150 Mayor generación de empleo por tipo de cultivo Alto Magdalena 2007-2009.

Nomszh	Empleo por Cultivos Transitorios	Empleo cultivo transitorio subzona/empleo cultivo transitorio zona	Nomszh	Empleo por Cultivos Permanentes	Empleo cultivo permanente subzona/empleo cultivo permanente zona
Río Luisa y otros directos al Magdalena	10.249	20%	Río Bogotá	22.607	17%
Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	8.089	16%	Río Páez	21.348	16%
Río Aipe y otros directos al Magdalena	5.969	12%	Río Suaza	17.712	13%
Río Opía	4.821	9%	Ríos directos Magdalena (md)	13.884	10%
Río Totaré	3.853	7%	Ríos Directos al Magdalena (mi)	13.048	10%
Río Coello	3.822	7%	Alto Magdalena	9.984	7%
Río Neiva	2.915	6%	Río Neiva	7.915	6%
Río Bogotá	2.855	6%	Río Yaguará	7.105	5%
Río Fortalecillas y otros	2.146	4%	Río Sumapaz	6.137	5%
Bajo Saldaña	1.380	3%	Río Timaná y otros directos al Magdalena	4.813	4%
Otros	5.610	11%	Otros	9.387	7%
Total	51.708	100%	Total	133.941	100%

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011) y IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09

En la Tabla 2.151 se presentan las subzonas con mayor generación de empleo por cultivos permanentes y transitorios de la zona Medio Magdalena. Para los cultivos transitorios el 42% de los empleos se concentra en la subzona Río Chicamocha, la siguiente subzona es Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio y tiene el 33%, la siguiente subzona con un porcentaje alto de empleos es Río Suárez, las demás subzonas tienen porcentajes por debajo del 3%. En cuanto a los cultivos permanentes el empleo se concentra en la subzona de Río Lebrija con el 40%, le sigue Río Suárez con el 21%, en tercer lugar se encuentra Río Samaná con el 10%. Las demás subzonas donde se genera empleo por cultivos permanentes tienen un porcentaje por debajo del 10%.

Tabla 2.151 Mayor generación de empleo por tipo de cultivo Medio Magdalena 2007-2009.

Nomszh	Empleo por Cultivos Transitorios	Empleo cultivo transitorio subzon/empleo cultivo transitorio zona	Nomszh	Empleo por Cultivos Permanentes	Empleo cultivo permanente subzona/empleo cultivo permanente zona
Río Chicamocha	2.678	42%	Río Lebrija	33.049	40%
Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	2.089	33%	Río Suárez	17.719	21%
Río Suárez	1.165	18%	Río Samaná	8.759	10%
Río Guarinó	133	2%	Río Fonce	6.909	8%
Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	96	2%	Río Sogamoso	5.996	7%
Río Lebrija	90	1%	Río Negro	4.506	5%
Río Fonce	26	0%	Río Opón	2.292	3%
Río Carare (Minero)	13	0%	Río Nare	1.495	2%
Río Nare	10	0%	Río Gualí	1.249	1%
Río Cimitarra	8	0%	Río Guarinó	1.240	1%
			Otros	359	0%
			Total	83.573	100%

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011) y IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

La siguiente zona que se presenta es Bajo Magdalena, en la Tabla 2.152 se presentan las subzonas donde más empleos se generan por cultivos transitorios y permanentes. Para los cultivos transitorios está en primer lugar la subzona Bajo Cesar con el 27%, en segundo lugar está alto Cesar con el 23%. Para los cultivos permanentes la subzona donde más empleos se generan es Cga Grande de Santa Marta concentrando el 56% del total de empleos por este tipo de cultivo. Las siguientes dos subzonas tienen el 20% que son Medio cesar y Río Ariguaní.

Tabla 2.152 Mayor generación de empleo por tipo de cultivo Bajo Magdalena 2007-2009.

Nomszh	Empleo por Cultivos Transitorios	Empleo cultivo transitorio subzona/empleo cultivo transitorio zona	Nomszh	Empleo por Cultivos Permanentes	Empleo cultivo permanente subzona/empleo cultivo permanente zona
Bajo Cesar	2.671	27%	Cga Grande de Santa Marta	36.170	56%
Alto Cesar	2.306	23%	Medio Cesar	13.029	20%
Cga Grande de Santa Marta	1.600	16%	Río Ariguaní	12.594	20%
Medio Cesar	1.075	11%	Directos Bajo Magdalena	991	2%
Arroyo Corozal	861	9%	Bajo Cesar	422	1%
Río Ariguaní	781	8%	Alto Cesar	399	1%
Directos Bajo Magdalena	324	3%	Bajo Magdalena - Canal del Dique	354	1%
Directos al Bajo Magdalena (mi)	319	3%	Directos al Bajo Magdalena (md)	248	0%
Bajo Magdalena - Canal del Dique	111	1%			

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011) y IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la Tabla 2.153 se presentan las subzonas de la zona Alto Cauca. Directos Río Cauca (md) es la subzona donde más empleos se generan por cultivos transitorios con el 37%, en segundo lugar está Río La Vieja con el 28% y en tercer lugar se encuentra Río Chinchiná con el 15%. En cuanto a los cultivos permanentes la subzona que más empleos genera es Río Fraile y Otros Directos al Cauca con el 16%, muy de cerca está Río La Vieja con el 15%, las demás subzonas se encuentran por debajo del 10%.

Tabla 2.153 Mayor generación de empleo por tipo de cultivo Alto Cauca 2007-2009.

Nomszh	Empleo por Cultivos Transitorios	Empleo cultivo transitorio subzona/empleo cultivo transitorio zona	Nomszh	Empleo por Cultivos Permanentes	Empleo cultivo permanente subzona/empleo cultivo permanente zona
Directos Río Cauca (md)	984	37%	Río Fraile y otros directos al Cauca	46.477	16%
Río La Vieja	759	28%	Río La Vieja	42.660	15%
Río Chinchiná	415	15%	Directos Río Cauca (md)	27.685	9%
Río Morales	220	8%	Río Palo	27.266	9%
Río Amaime	96	4%	Río Cerrito y otros directos al Cauca	24.621	8%
Río Otún	76	3%	Río Amaime	16.102	6%
Río Risaralda	57	2%	Río Otún	14.651	5%
Directos Río Cauca (mi)	49	2%	Río Tulua	14.283	5%
Río Frío y Otros Directos al Cauca	28	1%	Directos Río Cauca (mi)	11.600	4%
Río Bugalagrande	11	0%	Río Quinamayo y otros directos al Cauca	9.532	3%
			Otros	57.075	20%
			Total	291.952	100%

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011) y IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09”

La siguiente zona que se presenta es Medio Cauca, en esta zona solo hay una subzona por cada uno de los tipos de cultivo. Tanto para los cultivos permanentes como transitorios el 100% de los empleos se concentra en Río Porce.

Tabla 2.154 Mayor generación de empleo por tipo de cultivo Medio Cauca 2007-2009.

Nomszh	Empleo por Cultivos Transitorios	Empleo cultivo transitorio subzona/empleo cultivo transitorio zona	Nomszh	Empleo por Cultivos Permanentes	Empleo cultivo permanente subzona/empleo cultivo permanente zona
Río Porce	32	100%	Río Porce	1.510	100%

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011) y IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09”

La siguiente zona que se presenta es Bajo Cauca. En cuanto a los empleos generados por cultivos transitorios el 98% se concentra en la subzona Bajo San Jorge – La Mojana y el 2% restante en Directos Bajo Cauca – Cga La Raya. En cuanto a los cultivos permanentes el 100% se concentra en la subzona Bajo San Jorge – La Mojana.

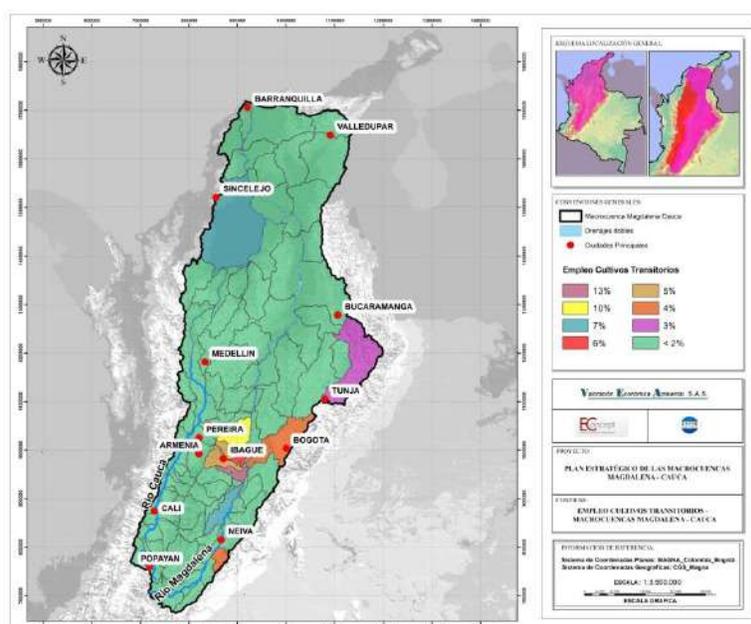
Tabla 2.155 Mayor generación de empleo por tipo de cultivo Bajo Cauca 2007-2009.

Nomszh	Empleo por Cultivos Transitorios	Empleo cultivo transitorio subzona/empleo cultivo transitorio zona	Nomszh	Empleo por Cultivos Permanentes	Empleo cultivo permanente subzona/empleo cultivo permanente zona
Bajo San Jorge - La Mojana	5.300	98%	Bajo San Jorge - La Mojana	476	100%
Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	114	2%			

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011) y IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09

A continuación se presenta en la Ilustración 2.129 un mapa que resume la información que se presentó anteriormente se muestran por colores las subzonas por porcentaje de empleos generados respecto al total de empleos generados por cultivos transitorios.

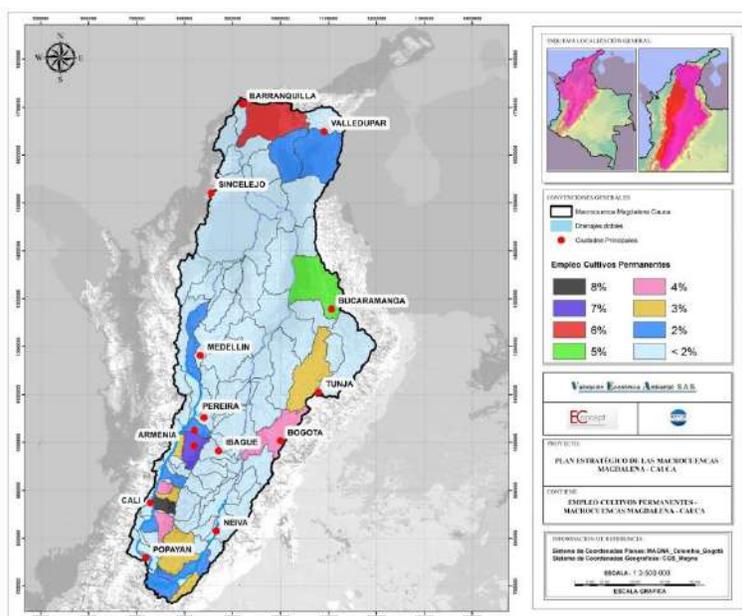
Ilustración 2.129 Empleo por cultivos transitorios 2007-2009.



Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011) y IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09

A continuación se presenta en la Ilustración 2.130 un mapa que resume la información que se presentó anteriormente respecto a los cultivos permanentes, se muestran por colores las subzonas por porcentaje de empleos generados respecto al total de empleos generados por este tipo de cultivos.

Ilustración 2.130 Empleo por cultivos permanentes 2007-2009.



Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011) y IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09

2.4.6.2 Ganadería

A continuación se presenta la información de los empleos que se generan por ganadería⁴ en la Macrocuena Magdalena Cauca. Primero se presenta en la Ilustración 2.131 el empleo generado por ganadería en la Macrocuena Caribe según las zonas hidrográficas. Allí puede verse que la zona donde se generan más empleos por ganadería es Medio Magdalena con el 32%, le sigue Bajo Magdalena con el 19% y en tercer lugar está Alto cauca con el 16%. Medio Cauca empleos es la zona con menos generados, su porcentaje es 5%.

Ilustración 2.131 Generación de empleo por ganadería 2007-2009.

Zona	Empleo por Ganadería	
Alto Magdalena	61.095	18%
Medio Magdalena	107.095	32%
Bajo Magdalena	64.793	19%
Alto Cauca	53.983	16%
Medio Cauca	16.083	5%
Bajo Cauca	33.332	10%
Total general	336.380	

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011), (Hoz, 2003) y IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09.

⁴ El cálculo de los empleos generados por ganadería se hizo con base en la ganadería de Ceba en la cual se genera un empleo por cada 45,5 hectáreas.

Primero se presenta la zona Alto Magdalena en la Tabla 2.156. Allí puede verse que existe una amplia distribución entre las diferentes subzonas. En la que se presenta el mayor porcentaje es Río Bogotá con el 14%, le sigue la subzona Río Páez con el 7%, luego con el 6% cada una están Río Sumapaz, Río Fortalecillas y otros, Río Cabrera y Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena.

Tabla 2.156 Generación de empleo por ganadería Alto Magdalena 2007-2009.

Nomszh	Empleo por ganadería	Empleo ganadería subzona/empleo ganadería zona
Río Bogotá	7.496	14%
Río Páez	4.133	7%
Río Sumapaz	3.378	6%
Río Fortalecillas y otros	3.136	6%
Río Cabrera	3.102	6%
Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	3.081	6%
Río Aipe y otros directos al Magdalena	2.765	5%
Río Tetuán	2.425	4%
Río Seco y otros Directos al Magdalena	2.336	4%
Río Cucuana	2.198	4%
Otros	21.186	38%
Total	55.236	100%

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011), (Hoz, 2003) y IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09.

Se presenta luego la zona Medio Magdalena, allí también existe una amplia distribución de las subzonas donde se genera empleo por ganadería como puede verse en la Tabla 2.157. El mayor porcentaje lo tiene la subzona Río Lebrija (14%), le siguen Río Suárez y Río Chicamocha con el 12% cada una, luego está Río Carare (Minero) con el 11%. Las siguientes subzonas están por debajo del 10%.

Tabla 2.157 Generación de empleo por ganadería Medio Magdalena 2007-2009.

Nomszh	Empleo por ganadería	Empleo ganadería subzona/empleo ganadería zona
Río Lebrija	13.230	14%
Río Suárez	11.557	12%
Río Chicamocha	11.222	12%
Río Carare (Minero)	10.474	11%
Río Negro	7.431	8%
Río Nare	7.080	7%
Brazo Morales	6.805	7%
Río Opón	5.559	6%
Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	5.290	6%
Directos al Magdalena Medio	4.285	5%
Otros	12.158	13%
Total	95.089	100%

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011), (Hoz, 2003) y IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09.

La siguiente zona es Bajo Magdalena cuya información se presenta en la Tabla 2.158. Allí puede verse que el 18% del empleo generado en esta zona se concentra en la subzona Medio Cesar, le sigue con el 13% Río Ariguaní, luego con el 11% están tres subzonas que son, Directos Bajo Magdalena, Cga Grande de Santa Marta y Bajo Cesar, las demás subzonas se encuentran por debajo del 10%.

Tabla 2.158 Generación de empleo por ganadería Bajo Magdalena 2007-2009.

Nomszh	Empleo por ganadería	Empleo ganadería subzona/empleo ganadería zona
Medio Cesar	11.413	18%
Río Ariguaní	8.308	13%
Directos Bajo Magdalena	7.409	11%
Cga Grande de Santa Marta	7.196	11%
Bajo Cesar	7.166	11%
Arroyo Corozal	6.722	10%
Directos al Bajo Magdalena (mi)	5.304	8%
Directos al Bajo Magdalena (md)	4.003	6%
Bajo Magdalena - Canal del Dique	3.762	6%
Alto Cesar	3.509	5%

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011), (Hoz, 2003) y IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09.

En la Tabla 2.159 se presenta la generación de empleo por ganadería en Alto Cauca. Las subzonas donde más empleo se concentra son Directos Río Cauca margen izquierdo y margen derecho cada una con el 14%, el resto de empleo se encuentra distribuido entre diferentes subzonas todas con menos del 7% cada una.

Tabla 2.159 Generación de empleo por ganadería Alto Cauca 2007-2009.

Nomszh	Empleo por ganadería	Empleo ganadería subzona/empleo ganadería zona
Directos Río Cauca (mi)	6.722	14%
Directos Río Cauca (md)	6.697	14%
Río La Vieja	3.292	7%
Río Taraza - Río Man	3.157	6%
Río Frío y Otros Directos al Cauca	3.017	6%
Río Arma	2.769	6%
Río Tapias y otros directos al Cauca	2.283	5%
Río Salado y otros directos Cauca	2.054	4%
Río San Juan	1.934	4%
Río Risaralda	1.840	4%
Otros	15.140	31%
Total	48.906	100%

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011), (Hoz, 2003) y IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09.

En cuanto a la generación de empleo en Medio Cauca por concepto de ganadería puede verse en la Tabla 2.160 que el 45% se concentra en la subzona Río Porce, el siguiente 22% corresponde a Alto Nechí, luego está Bajo Nechí con el 17% y por último con el 16% se encuentra Directos al Bajo Nechí.

Tabla 2.160 Generación de empleo por ganadería Medio Cauca 2007-2009.

Nomszh	Empleo por ganadería	Empleo ganadería subzona/empleo ganadería zona
Río Porce	7.242	45%
Alto Nechí	3.551	22%
Bajo Nechí	2.679	17%
Directos al Bajo Nechí	2.611	16%

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011), (Hoz, 2003) y IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09.

La última zona que se presenta es Bajo Cauca, donde el 75% del empleo generado por ganadería se concentra en la subzona de Bajo San Jorge – La Mojana. El siguiente 17% corresponde a Alto San Jorge y por último el 9% está en la subzona Directos Bajo Cauca – Cga La Raya.

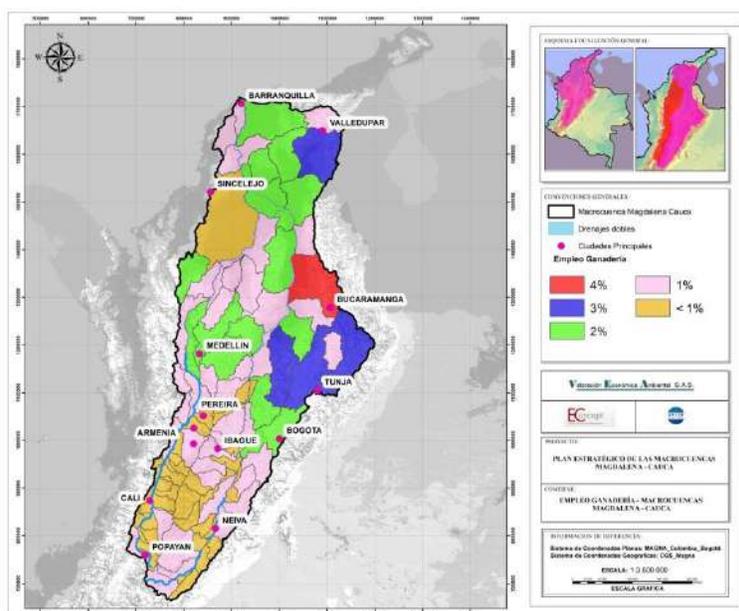
Tabla 2.161 Generación de empleo por ganadería Bajo Cauca 2007-2009.

Nomszh	Empleo por ganadería	Empleo ganadería subzona/empleo ganadería zona
Bajo San Jorge - La Mojana	24.890	75%
Alto San Jorge	5.510	17%
Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	2.932	9%

Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011), (Hoz, 2003) y IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09.

El mapa que se presenta a continuación en la Ilustración 2.132 resume la información que se presentó previamente, pueden verse en el las subzonas donde más empleos son generados por ganadería en la Macrocuena Magdalena Cauca. Puede verse en el mapa que la generación de empleo se encuentra bastante distribuida entre las diferentes subzonas, las que mayor porcentaje tienen con respecto al total de la Macrocuena están alrededor del 4%.

Ilustración 2.132 Empleo por ganadería 2007-2009.



Fuente: Cálculos UT con información de (DANE, 2011), (Hoz, 2003) y IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09.”

2.4.7 Finanzas Públicas

En esta sección se presenta un análisis de las finanzas públicas en la Macrocuena Magdalena Cauca, considerando el comportamiento de las regalías y el impuesto de industria y comercio (ICA) que representan una fuente de financiación importante para el desarrollo territorial.

La información correspondiente a regalías se analizó con datos de la Agencia Nacional de Hidrocarburos y Sistema de Información Minero Colombiano entre el 2005 y el 2012, la información se presenta tanto a nivel nacional, como en cada zona y subzona hidrográfica.

Se encontró que el ICA muestra una relación directa con las regalías. Para el ICA se realizaron proyecciones hasta el año 2050, la información se presenta discriminada por zona y subzona hidrográfica.

Primero se presentará en la Tabla 2.162 la participación de las principales ramas de actividad en el PIB del país en 2012. Esta participación se presenta para tener un contexto que donde provienen los ingresos del país. Las líneas más relevantes son Establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas con el 20%, Actividades de servicios sociales, comunales y personales con el 15% y con el 12% están Comercio, reparación, restaurantes y hoteles y las industrias manufactureras.

Tabla 2.162 Participación Producto Interno Bruto por grandes ramas de actividad económica 2012.

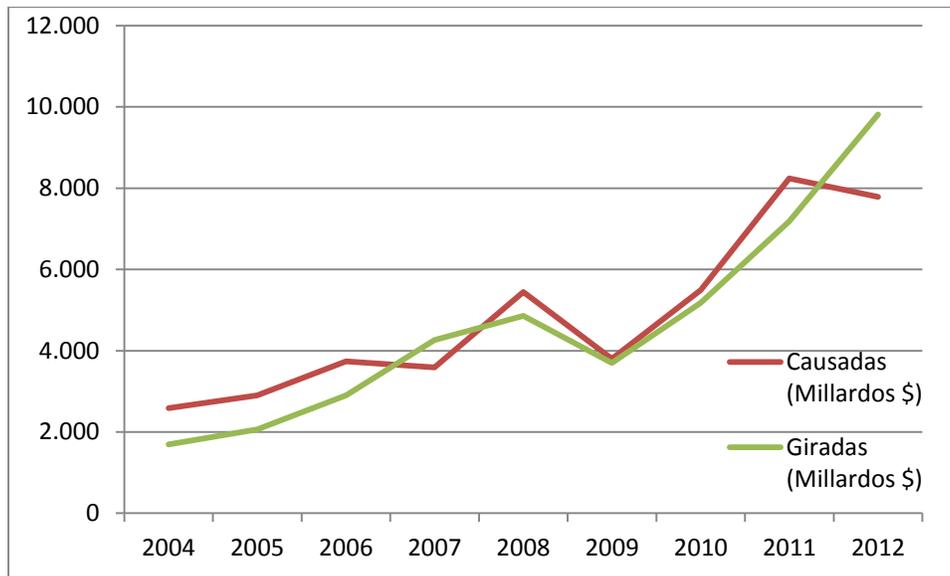
RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	Participación
Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura Y Pesca	6%
Explotación De Minas Y Canteras	8%
Industrias Manufactureras	12%
Suministro De Electricidad, Gas Y Agua	4%
Construcción	6%
Comercio, Reparación, Restaurantes Y Hoteles	12%
Transporte, Almacenamiento Y Comunicaciones	7%
Establecimientos Financieros, Seguros, Actividades Inmobiliarias Y Servicios A Las Empresas	20%
Actividades De Servicios Sociales, Comunes Y Personales	15%
Subtotal Valor Agregado	90%
IVA No Deducible	6%
Derechos E Impuestos Sobre Las Importaciones	1%
Impuestos Excepto IVA	2%
Subvenciones	0%
Total Impuestos	10%
Producto Interno Bruto	100%

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE.

2.4.7.1 Regalías

Desde el año 2004 las regalías han presentado una tendencia creciente pasando de 2000 millardos de pesos a casi 10.000 millardos en 2012 como se muestra en la siguiente ilustración, de regalías causadas y giradas en millardos de pesos para el periodo 2004-2012. Allí también puede verse que existe diferencia entre las regalías causadas y giradas, aunque ambas mantienen la misma trayectoria al alza y su comportamiento es similar, por ejemplo en 2012 la diferencia es de más de 2000 millardos de pesos. A continuación se desagregara la información sobre regalías.

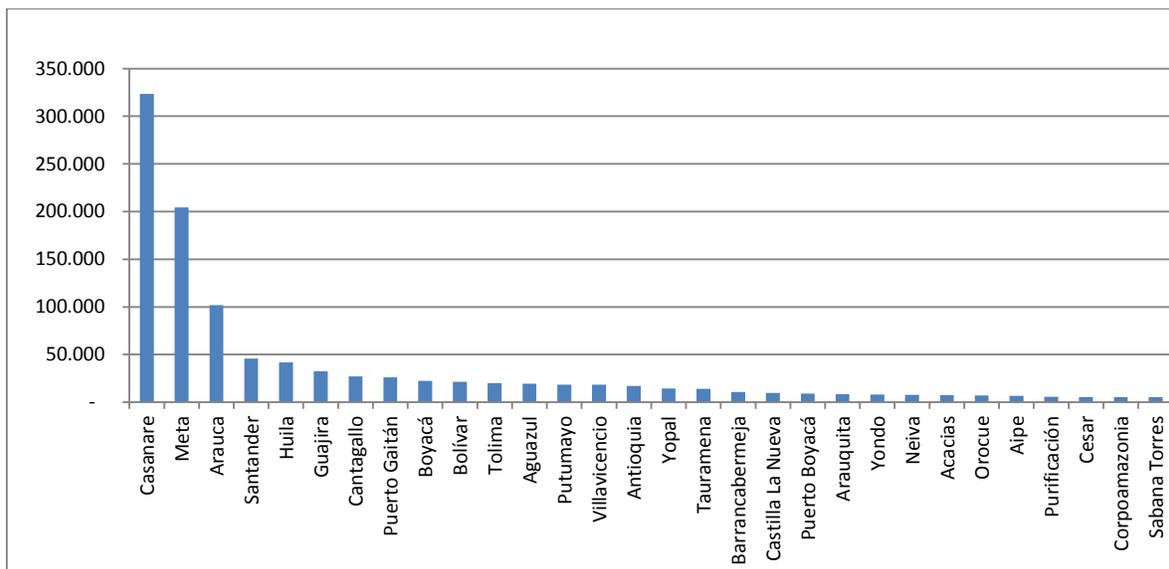
Ilustración 2.133. Regalías Causadas y Giradas en millardos de pesos. 2004-2012.



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de (ANH, 2013)

Se presenta el total de las regalías por producción en el 2012 por departamento, en millones de pesos, sólo se muestran los departamentos cuyas regalías superan los 5000 millones de pesos. El departamento que más recibió regalías por producción en el 2012 fue Casanare con 323.643 millones de pesos, seguido por Meta con 204.331 millones de pesos, Arauca con 102.029 millones de pesos, Santander con 45.754 millones y Huila con 41.726 millones de pesos.

Ilustración 2.134 Regalías por departamento 2012. Millones de Pesos.

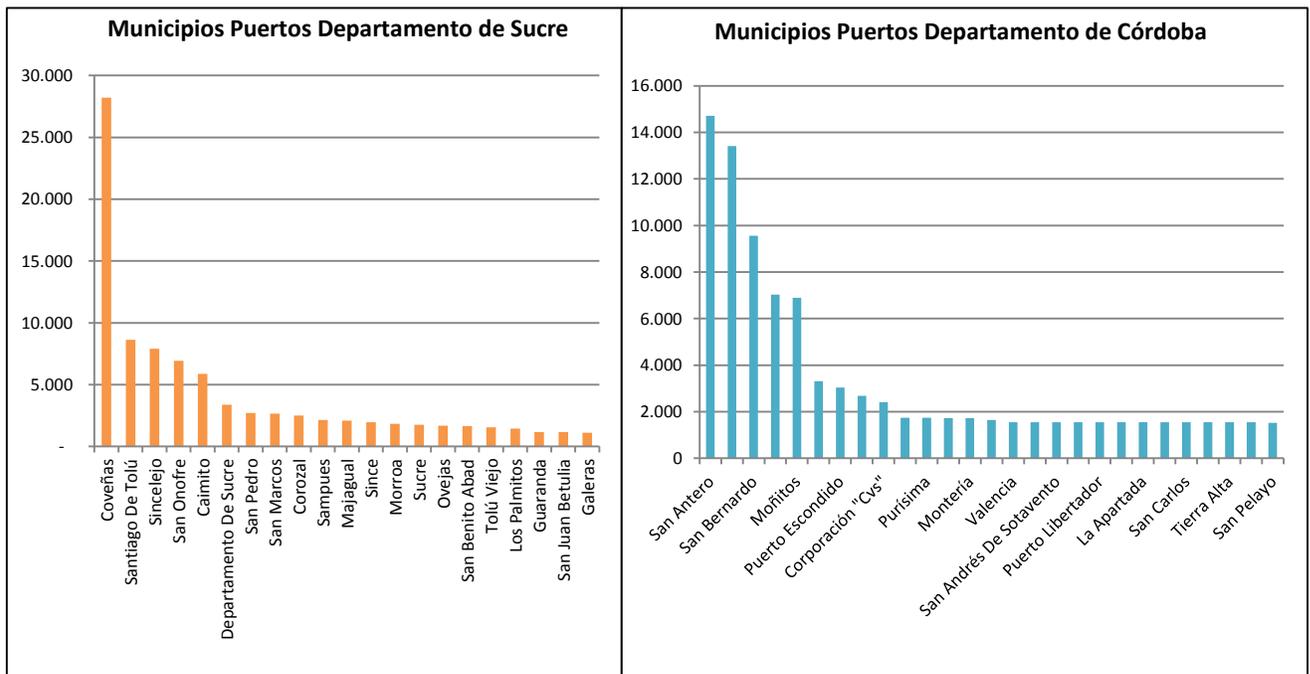


Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de (ANH, 2013)

Adicional a esta información, la agencia nacional de hidrocarburos reporta información de regalías discriminadas por municipio puerto en los departamentos de Córdoba y Sucre, por puertos de carga,

descarga y cabotaje y por otros beneficiarios. Se muestran los datos de Sucre y Córdoba, para el departamento de Sucre en el 2012 bajo la denominación de municipios puertos se pagaron en total 93.836 millones de pesos en regalías, repartidos en 27 municipios, en el primer lugar se encuentra Coveñas que recibió 28.210 millones de pesos seguido por Santiago de Tolú con 8.632 millones de pesos entre los municipios mencionados El Roble recibió la menor cantidad por regalías, 940 millones de pesos. En cuanto a Córdoba El municipio que recibe más regalías es San antero con 14.77 millones de pesos, seguido por Ciénaga de Oro con 13.415 millones de pesos, al interior del departamento el municipio que recibe menos regalías es Tuchín con 1297 millones de pesos.

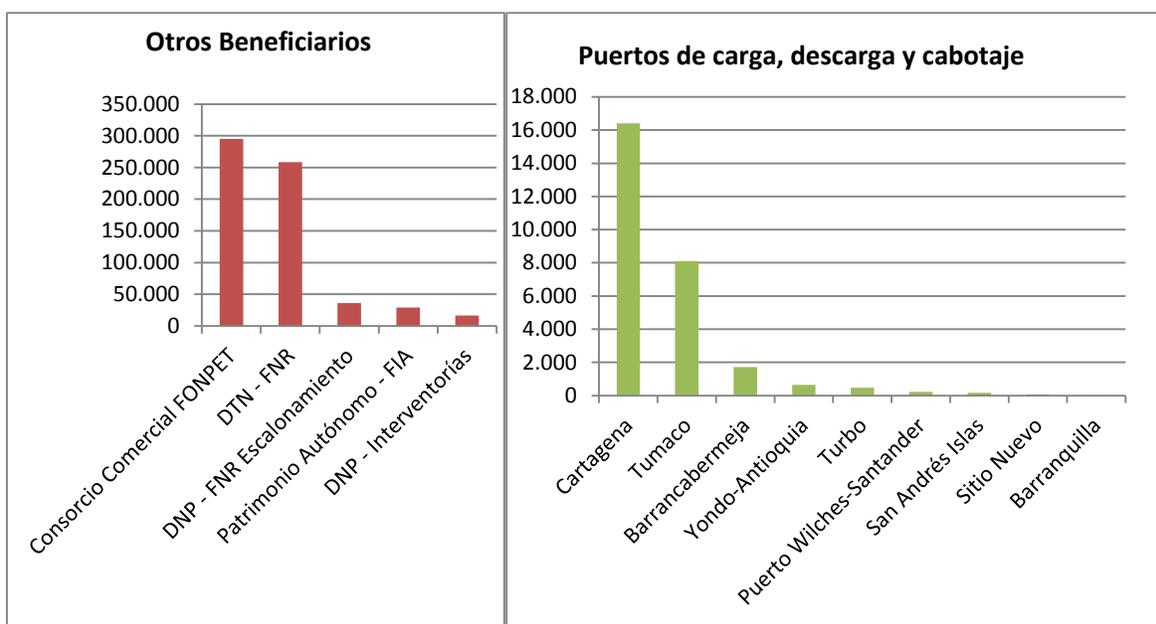
Ilustración 2.135 Regalías en millones de pesos en Municipios puertos. Departamentos de Sucre y Córdoba. 2012.



Fuente: Elaboración UT Macrocuenas con información de (ANH, 2013)

Por último se muestra los datos correspondientes a regalías a otros beneficiarios y a puertos de carga, descarga y cabotaje en millones de pesos para el 2012. En cuanto a los otros beneficiarios puede verse que se trata de importantes montos de regalías, a Consorcio Nacional FONPET se le pagaron 295.167 millones de pesos. Respecto a los puertos de carga, descarga y cabotaje la mayor cantidad de regalías las recibió en 2012 Cartagena por un valor de 16.402 millones de pesos, seguido por Tumaco con 8.105 millones de pesos.

Ilustración 2.136 Regalías en millones de pesos. Otros beneficiarios y Puertos de carga, descarga y cabotaje. 2012.



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de (ANH, 2013)

En Colombia las regalías giradas a los municipios se causan por dos conceptos principales, los hidrocarburos cuya información está a cargo de la ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos) y la minería cuya información se encuentra en el Sistema de Información Minero Colombiana (SIMCO). Debido a que el objeto de estudio de este informe es la Macrocuena Magdalena - Cauca, solo se mostrarán los datos que a ella corresponden. Distribuidos según las diferentes zonas: Alto Magdalena, Medio Magdalena, Bajo Magdalena, Alto Cauca, Medio Cauca y Bajo Cauca.

Primero se mostrarán las regalías correspondientes a hidrocarburos, estas se muestran de forma general por zona hidrográfica en la Tabla 2.163 pero cada una de estas zonas se mostrará de forma desagregada más adelante. En esta tabla puede verse que la zona que más regalías recibe en la Macrocuena es Medio Magdalena cuyo valor en 2011 fue de alrededor de 837 mil millones de pesos valor que corresponde al 55%, le sigue la zona de Alto Magdalena que recibió 507 mil millones de pesos. El Bajo Cauca recibió 162 mil millones, le sigue Bajo Magdalena y Alto Cauca que recibió 145 millones, por último está Medio cauca, cuyas regalías son las más bajas de la Macrocuena.

Tabla 2.163 Regalías por hidrocarburos 2005/2011 en Miles de pesos.

Zona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Medio Magdalena	191.057.04	446.947.93	446.714.18	727.808.21	444.221.41	721.687.62	837.254.29
	5	4	7	7	5	9	7
Alto Magdalena	283.553.92	421.539.66	410.725.48	609.295.62	321.120.28	401.155.37	507.363.67
	3	6	2	4	3	2	0
Bajo Cauca	27.774.398	43.934.152	38.858.942	72.576.527	64.482.442	91.392.865	162.729.56
							0
Bajo Magdalena	863.909	1.370.280	1.455.230	2.145.398	1.364.369	2.079.283	2.088.254
Alto Cauca	7.100	8.121	7.184	73.435	72.262	133.979	145.683
Medio Cauca	46.970	6	6	13	7	4	0

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (ANH)

La primera zona que se presenta es la que más regalías genera, Medio Magdalena. Allí las regalías están relativamente distribuidas, la mayor subzona hidrográfica genera el 25% y corresponde a Río Sogamoso que equivale a 211 mil millones de pesos. Le sigue el Río Cimitarra con el 22%, y el Río Lebrija con el 17%. La Subzona siguiente es Directos al Magdalena Medio a la cual le giraron en 2011 un valor de 135 mil millones de pesos. Por encima del 10% queda solo la subzona del Río Opón con el 12%, las siguientes 15 subzonas son responsables del 7% restante de regalías, igual a 55 mil millones de pesos. Esta información se muestra en la Tabla 2.164, donde se presentan las principales subzonas hidrográficas generadoras de regalías en el periodo de 2005 a 2011.

Tabla 2.164 Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la zona Medio Magdalena 2005-2011 en miles de pesos.

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2405	Río Sogamoso	36.411.789	97.330.167	92.006.586	164.896.289	118.389.728	149.638.938	211.226.011	25%
2317	Río Cimitarra	48.930.552	107.962.294	117.881.403	151.553.106	78.383.574	225.944.640	186.081.222	22%
2319	Río Lebrija	42.470.860	77.188.407	78.802.581	123.927.747	87.406.620	106.427.481	145.137.559	17%
2311	Directos al Magdalena Medio	16.743.264	78.289.953	75.205.350	148.191.617	72.810.083	102.743.102	135.890.280	16%
2314	Río Opón	15.993.770	46.265.693	43.447.894	80.211.544	58.548.753	74.084.454	103.406.674	12%
2306	Río Negro	4.420.055	11.972.856	12.025.840	22.233.119	10.878.054	14.941.546	19.862.898	2%
2307	Directos Magdalena Medio (mi)	14.997.119	14.664.816	14.343.140	18.062.238	7.719.324	24.338.376	14.600.552	2%
2321	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	2.480.472	2.724.735	2.652.675	4.531.762	3.003.727	5.140.388	6.332.418	1%
2310	Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	2.235.294	3.450.579	3.535.384	5.399.657	3.073.930	9.923.184	5.795.461	1%
2308	Río Nare	4.596.566	4.386.041	4.105.477	5.258.043	1.977.719	6.421.203	3.923.364	0%
Otras		1.777.305	2.712.393	2.707.857	3.543.094	2.029.902	2.084.315	4.997.859	1%

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (ANH)

La siguiente zona es Alto Magdalena, donde aunque son 29 subzonas hidrográficas las responsables del total de las regalías, el 29% corresponde a una sola, a Río Aipe y Otros Directos al Magdalena valor que equivale a 147 mil millones en 2011. El resto de las regalías se dividen en las otras 28 subzonas. De ellas las más representativas son Río Fortalecillas y Otros con el 12%, el Río Baché con el 11%, el Río Sumapaz con el 9%, el Río Yaguará con el 6%, este mismo porcentaje lo tiene la subzona Juncal y Otros Ríos Directos al Magdalena y la subzona del Río Prado. El 19% restante se divide en 23 subzonas de las cuales la que tiene mayor porcentaje es Ríos Directos Magdalena (md) con el 4%. Esta información se muestra en la Tabla 2.165.

Tabla 2.165 Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la zona Alto Magdalena 2005-2011 en miles de pesos.

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	75.821.457	114.013.526	102.429.925	171.165.433	89.982.545	110.435.793	147.889.686	29%
2111	Río Fortalecillas y otros	49.575.439	69.856.719	71.246.743	93.068.752	47.016.661	56.513.912	61.004.149	12%
2112	Río Baché	35.187.032	57.037.921	46.871.277	70.763.589	36.502.375	44.171.062	57.935.823	11%
2119	Río Sumapaz	27.662.532	58.892.173	56.378.733	80.060.314	41.419.027	45.069.682	47.364.350	9%
2108	Río Yaguará	26.180.641	28.671.981	30.857.667	42.064.268	21.833.214	26.202.423	32.629.501	6%
2109	Juncal y otros Ríos directos al Magdalena	21.578.197	33.577.103	28.865.278	40.898.900	21.021.106	25.455.341	32.465.381	6%
2116	Río Prado	9.888.158	15.426.937	17.678.013	28.110.432	15.758.113	21.003.619	32.309.834	6%
2106	Ríos directos Magdalena (md)	3.157.627	3.658.108	4.820.960	4.406.049	3.907.900	12.408.811	20.078.220	4%
2115	Directos Magdalena	4.091.012	6.106.168	7.223.789	11.690.702	6.659.395	9.153.161	14.634.655	3%
2206	Río Tetuán	8.952.890	9.833.676	10.035.860	17.856.706	10.410.587	11.467.296	14.027.269	3%
Otras		21.458.938	24.465.355	34.317.237	49.210.481	26.609.359	39.274.271	47.024.801	9%

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (ANH)

En la Tabla 2.166 se muestra la información en miles de pesos de las regalías giradas a las subzonas de Bajo Cauca durante el periodo 2005 / 2011. Una sola subzona hidrográfica es la responsable del 93% de las regalías totales de la zona, lo que corresponde a 151 mil millones de pesos, se trata del Bajo San Jorge – La Mojana. Le sigue la subzona Alto San Jorge con el 7%, la última subzona es Directos Río Cauca – Cga La Raya cuyo valor es tan bajo que no es representativo en el total general de la zona Bajo Cauca.

Tabla 2.166 Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la zona Bajo Cauca 2005-2011 en miles de pesos.

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	26.707.631	43.222.246	38.629.651	65.677.547	60.265.979	85.672.051	151.429.094	93%
2501	Alto San Jorge	1.066.735	709.910	228.168	6.897.833	4.214.423	5.718.382	11.295.518	7%
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	33	1.995	1.123	1.147	2.040	2.432	4.948	0%

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (ANH)

En la siguiente zona de la Macrocuenca, Bajo Magdalena se presenta el mismo fenómeno, el 96% del total de las regalías por concepto de hidrocarburos se generaron en una sola subzona, esta fue Directos Bajo Magdalena ese porcentaje corresponde a casi 2 mil millones de pesos en el 2011. Este valor es, más de dos veces el valor correspondiente al 2005 cuando esta subzona generó 808 millones. La siguiente subzona fue Directos al Bajo Magdalena (mi) con un 3%, luego aparece Alto Cesar con el 1%. Las últimas tres subzonas tienen valores muy bajos que resultan poco significativos para el total de la zona. En la Tabla 2.167 se muestra la información de las subzonas hidrográficas que generaron regalías en la zona Bajo Magdalena durante el periodo 2005 – 2011.

Tabla 2.167 Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la zona Bajo Magdalena 2005-2011 en miles de pesos.

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2907	Directos Bajo Magdalena	808.031	1.306.222	1.424.345	2.106.759	1.089.822	2.025.462	1.996.978	96%
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	8.649	17.580	14.742	21.509	20.633	31.299	63.019	3%
2801	Alto Cesar	-	-	16.143	17.128	22.517	22.522	24.330	1%
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	45.819	45.090	-	-	224.491	-	3.810	0%
2906	Cga Grande de Santa Marta	1.409	1.387	-	-	6.905	-	117	0%
2908	Arroyo Corozal	0	1	1	1	1	1	0	0%

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (ANH)

A continuación en la Tabla 2.168 se presenta la información de las regalías giradas a las subzonas hidrográficas del Alto Cauca durante el periodo 2005 – 2011. Es importante mencionar sin embargo que adicional a las tres que se muestran también generaron regalías Río Pance, Río Timba, Río Claro y Directos al Río Cauca, pero los valores son muy bajos para ser representativos para el total de la zona y dejaron de recibir regalías desde el 2008. En la zona Alto Cauca la subzona hidrográfica Río Taraza – Río Man es responsable del 99% de las regalías totales lo que equivale a 144 millones de pesos en 2011. Le sigue Río Bugalagrande con el 1% y Río Tuluá con el 0,3% del total de las regalías generadas por hidrocarburos en la zona.

Tabla 2.168 Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la zona Alto Cauca 2005-2011 en miles de pesos.

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2624	Río Taraza - Río Man	6.436	6.994	6.238	72.044	71.610	133.268	144.555	99%
2635	Río Bugalagrande	427	731	616	923	436	475	754	1%
2610	Río Tuluá	212	362	305	458	216	236	374	0%

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (ANH)

Por último se presenta en la Tabla 2.169 la información correspondiente a la las subzonas hidrográficas que generaron regalías en la zona del Medio Cauca durante el periodo 2005 / 2011, los valores se presentan en miles de pesos. Puede verse allí que desde 2006 el 100% de las regalías fueron generadas por la subzona Bajo Nechí, aunque el valor en el periodo que se estudia lleva una tendencia decreciente hasta llegar a que prácticamente no se le giraron regalías en 2011.

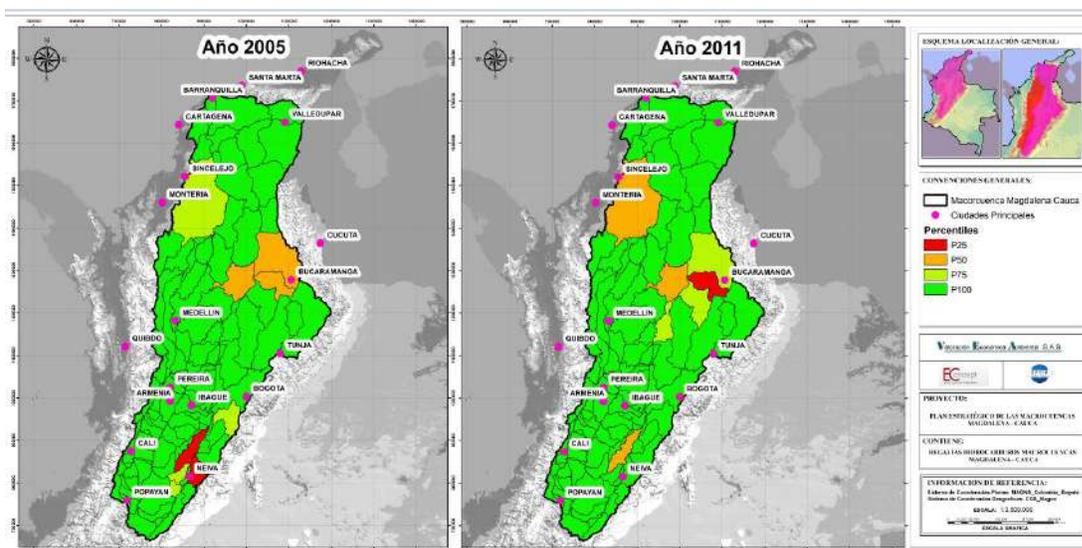
Tabla 2.169 Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la zona Medio Cauca 2005-2011 en miles de pesos.

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2703	Bajo Nechí	46.914	6	6	13	7	4	0	100%
2704	Directos al Bajo Nechí	56	-	-	-	-	-	0	0%

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (ANH)

En el siguiente mapa que se presenta en la Ilustración 2.137 está la información de las subzonas hidrográficas que generaron regalías en el 2005 y en el 2011, se realizó la división de datos por percentiles, donde las subzonas en rojo son aquellas que más regalías generaron por concepto de minería. Es importante resaltar que se dio un cambio entre los datos del 2005 y los del 2011, esto significa una recomposición de los generadores de regalías. Esto es importante por el impacto ambiental que tiene un cambio en explotación minera. Este mapa muestra el resumen de la información que se presentó previamente, cómo la mayor parte de las regalías están concentradas en unas pocas subzonas.

Ilustración 2.137 Mapa subzonas hidrográficas que generan regalías por hidrocarburos 2005 – 2011.



Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (ANH)

El mapa que se acaba de presentar muestra las subzonas en la Macrocuena Magdalena – Cauca que más generan regalías por concepto de hidrocarburos, en la Tabla 2.170 se muestran cuáles fueron las principales subzonas en 2005 y en 2011, es decir aquellas que en el mapa fueron

presentadas en rojo, naranja y amarillo. En 2005 la subzona que más generó regalías fue Río Aipe y otros directos al Magdalena, seguido por Río Fortalecillas y otros. En cuanto al año 2011 la principal subzona generadora regalías fue Río Sogamoso, seguido por Río Cimitarra.

Tabla 2.170 Principales sub zonas generadoras de regalías por hidrocarburos.

SZH	NOMSZH	2005
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	75.821.456.715
2111	Río Fortalecillas y otros	49.575.438.779
2317	Río Cimitarra	48.930.551.528
2319	Río Lebrija	42.470.860.283
2405	Río Sogamoso	36.411.788.664
2112	Río Baché	35.187.031.818
2119	Río Sumapaz	27.662.532.267
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	26.707.630.622
2108	Río Yaguará	26.180.641.234
SZH	NOMSZH	2011
2405	Río Sogamoso	211.226.011.120
2317	Río Cimitarra	186.081.221.779
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	151.429.094.371
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	147.889.686.004
2319	Río Lebrija	145.137.558.938
2311	Directos al Magdalena Medio	135.890.279.773
2314	Río Opón	103.406.674.291

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (ANH)

A continuación se presentarán las regalías generadas por concepto de minería esto incluye regalías por Carbón, Metales Preciosos, Esmeraldas, Hierro, Níquel y Sal. En la Tabla 2.171 se muestra el resumen de las regalías generadas en la Macrocuenca Magdalena - Cauca según sus diferentes zonas, allí puede verse que la zona Bajo Magdalena es responsable del 66% de las regalías de la Macrocuenca Magdalena Cauca, las regalías en esta zona han aumentado más del doble durante el periodo 2005/2011 pasando de 152.054.976 mil pesos a 382.739.105 mil pesos. La siguiente zona hidrográfica generadora de regalías para la Macrocuenca es Bajo Cauca a la cual le giraron en 2011 el valor de 119.402.613 mil pesos que corresponden al 21% de las regalías totales de la Macrocuenca. Le sigue Medio Magdalena con 32.232.295 mil pesos, Alto Cauca con 20.225.815 mil pesos, Medio Cauca con 17.450.169 mil pesos y por último Alto Magdalena con 5.517.778 mil pesos, este último valor aunque corresponde solo al 1% de las regalías de la Macrocuenca, se debe resaltar por el importante aumento que ha tenido aumentando más de 8 veces desde 2005 cuando las regalías eran 651.331 mil pesos, hasta 2011.

Tabla 2.171 Regalías por Minería 2005/2011 en Miles de pesos.

Zona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Bajo Magdalena	152.054.976	198.277.718	244.393.528	306.682.935	380.623.973	340.061.789	382.739.105

Zona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Bajo Cauca	69.773.695	83.588.533	172.065.794	113.658.909	72.815.149	116.910.941	119.402.613
Medio Magdalena	14.449.340	15.292.440	21.634.880	32.019.070	35.011.675	26.905.956	32.232.295
Alto Cauca	4.596.646	4.324.494	8.026.220	8.334.190	18.707.237	18.683.215	20.225.815
Medio Cauca	10.324.026	7.613.579	6.485.263	10.033.848	18.882.328	13.148.825	17.450.169
Alto Magdalena	651.331	940.682	1.336.605	2.226.960	16.541.337	4.890.139	5.517.778

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (SIMCO)

En la siguiente Tabla 2.172 se muestran las Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la Macrocuena Magdalena – Cauca Zona Bajo Magdalena para el periodo 2005/2011 en miles de pesos. Allí puede verse que la subzona Bajo Cesar es responsable del 50% de las regalías de la zona, esto equivale en el año 2011 a 190.207.981 mil pesos. Le sigue Medio Cesar con el 39% de las regalías, de esta subzona es importante resaltar que pasó de 40.135.717 mil pesos en 2005 a 149.298.987 mil pesos en 2011 es decir más de tres veces más. A las siguientes seis subzonas les corresponde aproximadamente el 11% de las regalías.

Tabla 2.172 Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la zona Bajo Magdalena 2005-2011 en miles de pesos.

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2805	Bajo Cesar	110.241.439	132.775.221	161.281.151	195.887.690	249.312.637	197.624.216	190.207.981	50 %
2802	Medio Cesar	40.135.717	57.042.431	73.355.436	90.288.548	112.458.075	117.709.567	149.298.987	39 %
2804	Río Ariguaní	430.755	3.328.187	4.278.714	9.039.861	6.807.429	10.601.090	27.214.258	7%
2906	Cga Grande de Santa Marta	1.037.532	4.923.863	5.338.543	11.093.561	11.619.647	13.851.128	15.658.192	4%
2907	Directos Bajo Magdalena	119.085	22.682	24.086	179.400	134.592	144.144	226.922	0%
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	90.425	185.305	115.562	193.481	291.344	131.541	132.670	0%
2801	Alto Cesar	23	30	38	396	65	59	71	0%
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	-	-	-	-	185	43	25	0%

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (SIMCO)

La siguiente zona hidrográfica es Bajo Cauca donde son solo tres subzonas hidrográficas las responsables del 100% de las regalías. La más representativa es la subzona hidrográfica Alto San Jorge responsable del 59% de las regalías totales, le sigue el Bajo San Jorge - La Mojana con el 37%. Por último esta Directos Bajo Cauca - Cga La Raya a la cual le correspondieron en 2011 solo el 4% del total de las regalías giradas a la zona. Esta información se muestra en la Tabla 2.173.

Tabla 2.173 Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la zona Bajo Cauca 2005-2011 en miles de pesos.

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2501	Alto San Jorge	37.643.416	47.753.059	98.118.859	69.531.076	44.115.123	70.100.291	70.118.296	59%
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	31.095.195	35.342.551	73.793.303	42.344.426	27.369.840	44.166.646	44.211.899	37%

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	1.035.084	492.923	153.632	1.783.408	1.330.186	2.644.005	5.072.419	4%

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (SIMCO)

A continuación se presenta la información correspondiente a la zona Medio Magdalena donde las regalías están un poco más distribuidas en las subzonas hidrográficas que lo que se había visto hasta el momento. El mayor porcentaje en 2011 lo tuvo el Río Suárez y fue igual al 34% que equivale a 11.093.547 mil pesos. Le sigue la subzona hidrográfica Brazo Morales con el 20% y muy de cerca a este está el Río Chicamocha con el 19% es decir ambos están alrededor de los 6,4 mil millones de pesos en regalías. De las siguientes subzonas solo el Río Cimitarra supera el 10%, aunque son quince subzonas más las que generan regalías para esta zona hidrográfica y producen en conjunto alrededor de 5 mil millones de pesos. Esta información se muestra en la Tabla 2.174.

Tabla 2.174 Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la zona Medio Magdalena 2005-2011 en miles de pesos.

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2401	Río Suárez	2.054.244	3.446.138	4.870.019	4.924.983	6.962.298	6.937.435	11.093.547	34 %
2320	Brazo Morales	3.107.725	1.267.781	822.227	1.337.274	3.559.221	8.170.292	6.576.481	20 %
2403	Río Chicamocha	2.446.692	4.952.900	5.379.490	4.269.163	5.255.937	4.594.689	6.258.883	19 %
2317	Río Cimitarra	1.112.960	911.416	889.804	4.201.184	7.310.645	1.613.273	3.302.900	10 %
2312	Río Carare (Minero)	1.820.770	2.792.686	5.980.303	3.335.619	1.735.438	2.025.777	1.670.057	5%
2310	Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	2.434.661	964.544	1.968.566	9.351.807	6.022.774	2.090.743	1.185.213	4%
2314	Río Opón	1.228	94.949	259.546	323.932	368.892	327.788	695.537	2%
2319	Río Lebrija	483.863	215.821	66.050	89.162	437.408	220.879	457.337	1%
2306	Río Negro	146.661	230.176	554.768	281.769	746.619	292.657	374.829	1%
2308	Río Nare	837.683	398.569	799.593	3.814.617	1.926.175	522.424	312.928	1%
Otras		2.853	17.462	44.516	89.559	686.267	109.998	304.583	1%

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (SIMCO)

En la Directos al Cauca (md) con el 9%. El 11% restante que equivale a 2,2 mil millones de pesos se distribuye en 31 subzonas hidrográficas que tienen pequeños porcentajes de participación. En la siguiente tabla, se muestran las subzonas hidrográficas que generaron regalías en la zona Alto Cauca en el periodo de 2005 a 2011. Allí puede verse que más de la mitad de las regalías se generan en una sola subzona hidrográfica, el Río taraza – Río Man con el 55% valor equivalente en 2011 a más de 11 mil millones de pesos. La siguiente subzona que más regalías genera es Directos Río Cauca (md) que le corresponde el 13%, muy de cerca le sigue Río Frío y otros Directos al Cauca con el 12%, Directos al Cauca (md) con el 9%. El 11% restante que equivale a 2,2 mil millones de pesos se distribuye en 31 subzonas hidrográficas que tienen pequeños porcentajes de participación.

Tabla 2.175 Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la zona Alto Cauca 2005-2011 en miles de pesos.

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2624	Río Taraza - Río Man	1.971.679	916.082	2.124.029	3.766.948	8.603.921	11.018.223	11.111.662	55 %

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2620	Directos Río Cauca (md)	161.744	313.661	2.112.900	1.010.189	2.151.817	1.101.533	2.594.687	13 %
2617	Río Frío y Otros Directos al Cauca	1.333.113	2.045.177	1.347.118	1.542.115	1.994.819	2.225.166	2.484.709	12 %
2625	Directos al Cauca (md)	716.207	557.230	807.731	831.133	1.507.561	2.127.871	1.737.018	9%
2621	Directos Río Cauca (mi)	84.386	138.528	112.580	136.948	655.582	920.959	640.374	3%
2628	Río Quinamayo y otros directos al Cauca	90.435	126.915	334.181	200.059	1.533.626	251.271	453.881	2%
2630	Río Pance	42.313	18.411	385.551	108.625	581.226	101.734	387.298	2%
2631	Directos al Río Cauca (mi)	20.543	13.329	127.018	46.170	294.070	55.362	206.179	1%
2605	Río Timba	41.876	55.926	223.641	301.739	532.006	246.375	199.130	1%
2629	Río Claro	7.239	3.640	181.186	34.443	78.346	7.541	70.213	0%
Otras		127.110	135.595	270.284	355.820	774.263	627.180	340.663	2%

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (SIMCO)

En la zona Medio Cauca las regalías se generan en cuatro subzonas hidrográficas, y de ellas prácticamente la mitad corresponden a Bajo Nechí que en 2011 recibió más de 7 mil millones de pesos equivalentes al 41% del total de las regalías de la zona. La siguiente subzona con el 26% fue Alto Nechí, la tercera subzona fue Directos al Bajo Nechí con 4,5 mil millones de pesos. Por último esta la subzona del Río Porce a la cual le correspondió en 2011 el 7% de las regalías de la zona. En la Tabla 2.176 se muestran las cuatro subzonas hidrográficas que generaron regalías en la zona Medio Cauca en el periodo de 2005 a 2011, las cifras están en miles de pesos.

Tabla 2.176 Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la zona Medio Cauca 2005-2011 en miles de pesos.

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2703	Bajo Nechí	5.199.174	4.810.630	4.688.835	7.492.247	13.744.989	6.869.937	7.128.512	41%
2702	Alto Nechí	772.082	271.145	455.999	526.351	1.402.291	2.150.607	4.576.310	26%
2704	Directos al Bajo Nechí	3.459.617	1.959.472	849.492	737.702	1.516.224	3.018.893	4.527.237	26%
2701	Río Porce	893.152	572.332	490.936	1.277.547	2.218.825	1.109.387	1.218.109	7%

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (SIMCO)

La última zona hidrográfica que se presenta en la Macrocuena Magdalena Cauca es Alto Magdalena que tiene 30 subzonas hidrográficas generadoras de regalías. Las primeras diez se muestran en la Tabla 2.177. Aun cuando son bastantes subzonas, la mayor cantidad de las regalías que se giraron en 2011 correspondieron a una sola, esta fue Río Bogotá para un valor de 3,7 mil millones de pesos que equivalen al 68%. La siguiente subzona fue Río Páez con el 13%, seguido por Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena con el 11%. El resto de las subzonas suman el 8% de las regalías de Alto Magdalena, por un valor de 449 millones de pesos.

Tabla 2.177 Subzonas Hidrográficas que generan regalías en la zona Alto Magdalena 2005-2011 en miles de pesos.

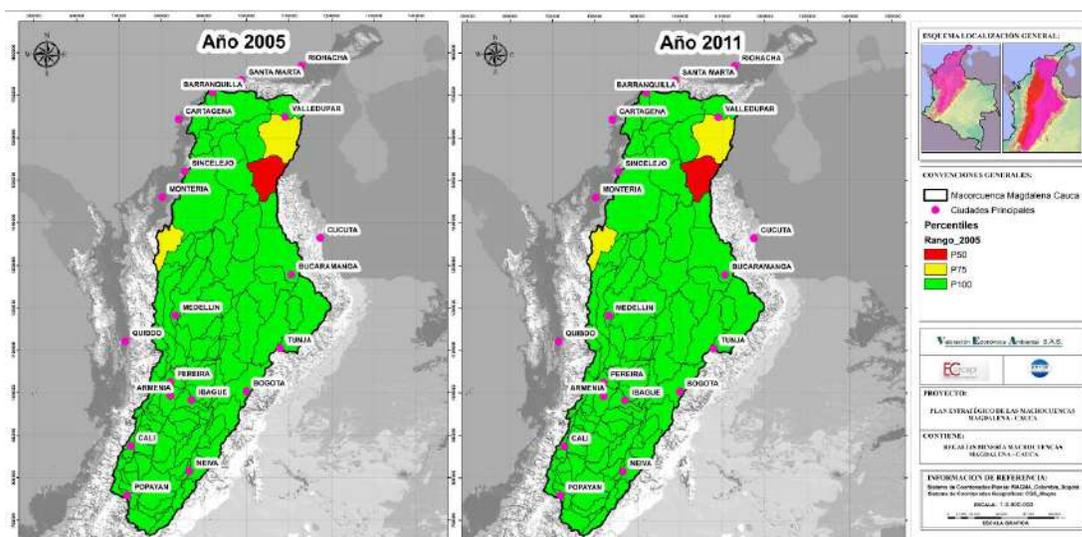
SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2120	Río Bogotá	409.226	509.754	702.205	1.452.959	14.644.032	3.106.116	3.770.332	68%
2105	Río Páez	1.149	899	2.424	1.509	14.200	564.043	708.653	13%
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	42.976	113.625	308.292	469.396	1.031.230	368.359	589.570	11%
2124	Río Totaré	90.041	209.848	225.937	232.949	748.233	236.247	252.518	5%
2113	Río Aipe y otros directos al Magdalena	31.772	27.174	28.981	11.467	17.518	160.669	49.980	1%
2203	Medio Saldaña	40.432	34.308	28.456	12.775	17.159	207.957	47.518	1%
2108	Río Yaguará	3.014	1.219	2.917	1.807	17.656	53.323	42.526	1%
2202	Río Atá	20.477	17.153	13.091	6.296	6.769	103.274	21.856	0%

SZH	Nombre Subzona Hidrográfica	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
2123	Río Seco y otros Directos al Magdalena	1.006	18.727	13.213	10.733	8.479	6.474	10.001	0%
2201	Alto Saldaña	6.837	5.745	4.412	2.151	2.656	35.071	7.353	0%
Otras		4.402	2.230	6.677	24.919	33.405	48.605	17.470	0%

Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (SIMCO)

En la Ilustración 2.138 se presenta un mapa a forma de resumen de la información que se presentó anteriormente sobre las subzonas hidrográficas que generaron regalías en 2005 y en 2011. Puede verse como para ambos años es una sola subzona la responsable del 25% del total de las regalías por concepto de minería. En términos generales existe una gran concentración aunque este cambio de subzona de un año a otro.

Ilustración 2.138 Mapa subzonas hidrográficas que generan regalías por minería 2005 – 2011.



Fuente: Elaboración U.T Macrocuencas con información de (SIMCO)

El mapa que se acaba de presentar muestra las subzonas en la Macrocuena Magdalena – Cauca que más generan regalías por concepto de minería, en la Tabla 2.178 se muestran cuáles fueron las principales subzonas en 2005 y en 2011, es decir aquellas que en el mapa fueron presentadas en rojo y amarillo. En 2005 y 2011 las subzonas que más generaron regalías fueron las mismas tres, el Bajo Cesar seguido por Medio Cesar y Alto San Jorge.

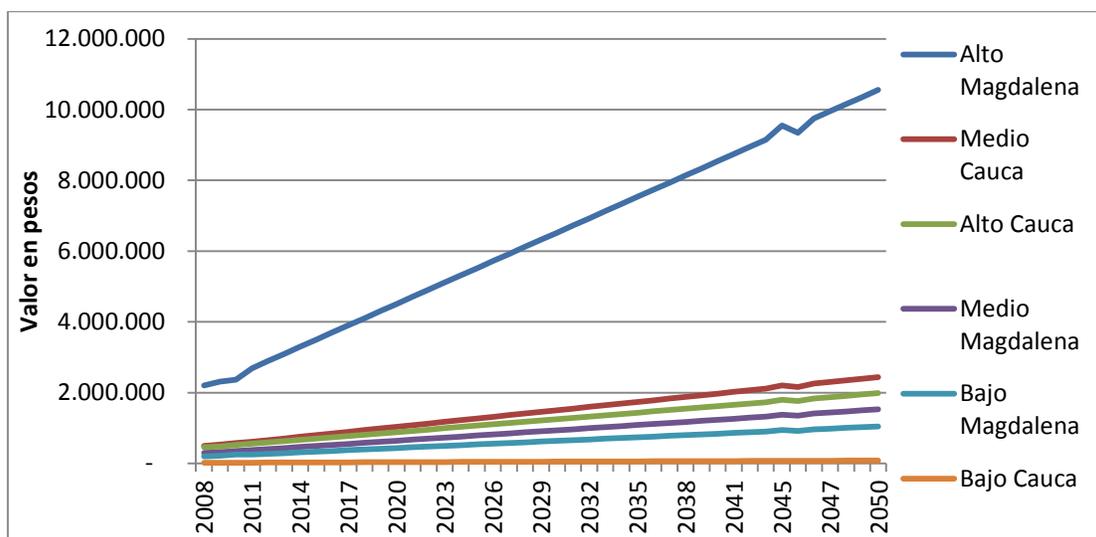
Tabla 2.178 Principales sub zonas generadoras de regalías por Minería.

SZH	NOMSZH	2005
2805	Bajo Cesar	110.241.439.289
2802	Medio Cesar	40.135.717.123
2501	Alto San Jorge	37.643.416.078
SZH	NOMSZH	2011
2805	Bajo Cesar	190.207.980.536
2802	Medio Cesar	149.298.987.125
2501	Alto San Jorge	70.118.295.576

2.4.7.2 Impuesto de Industria y Comercio (ICA)

Se presenta la tendencia proyectada del Impuesto de industria y comercio (ICA) de las zonas de la Macrocuena Magdalena-Cauca para el periodo 2008-2050 como una variable cercana al comportamiento de las regalías. Esta gráfica muestra cómo la zona del alto magdalena además de presentar el mayor recaudo del impuesto, tiene un crecimiento más alto que las demás zonas, se puede observar también que en el bajo cauca el recaudo del impuesto es el más bajo. Más adelante se presentará cuáles son las principales subzonas hidrográficas responsables de los mayores recaudos del ICA.

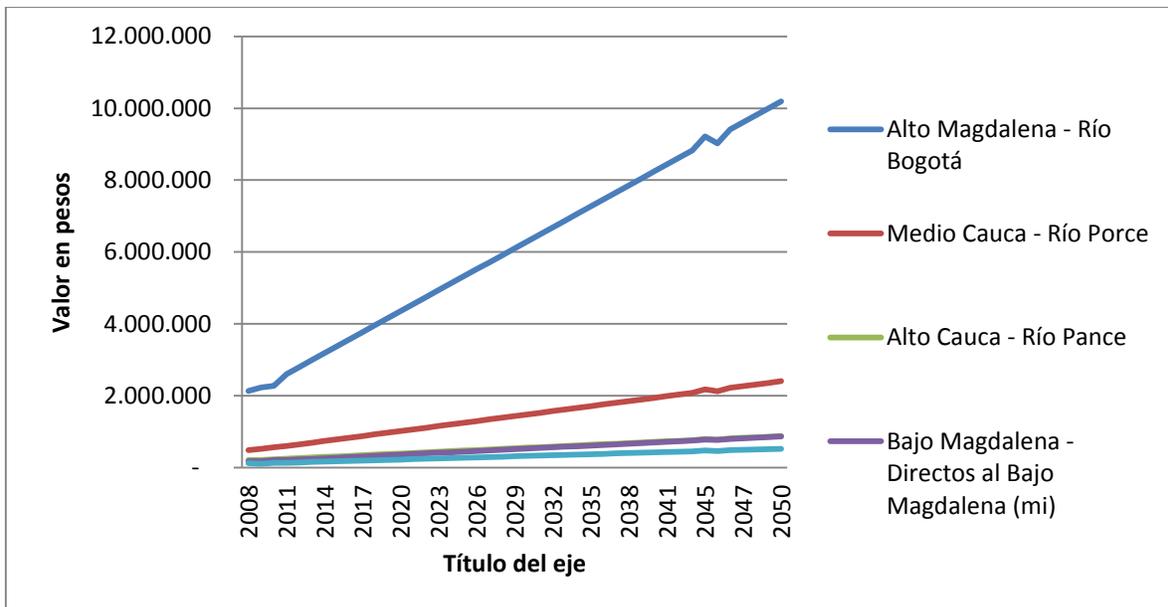
Ilustración 2.139. Tendencia Impuesto Industria y Comercio por zonas de la Macrocuena Magdalena-Cauca 2008-2050.



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de DNP

El alto recaudo que presenta la zona de alto magdalena se explica principalmente por el recaudo correspondiente al Río Bogotá que en promedio para el periodo 2008-2050 es de 6,1 billones de pesos el siguiente mayor recaudo es el correspondiente al Río Porce en el Medio Cauca que en promedio es de 1,4 billones de pesos seguido por el Río Pance en Alto Cauca cuyo valor promedio es de 540 millones pesos. Estos valores se muestran en la siguiente ilustración que presenta la tendencia del impuesto de Industria y Comercio subzonas hidrográficas que presentan el mayor recaudo.

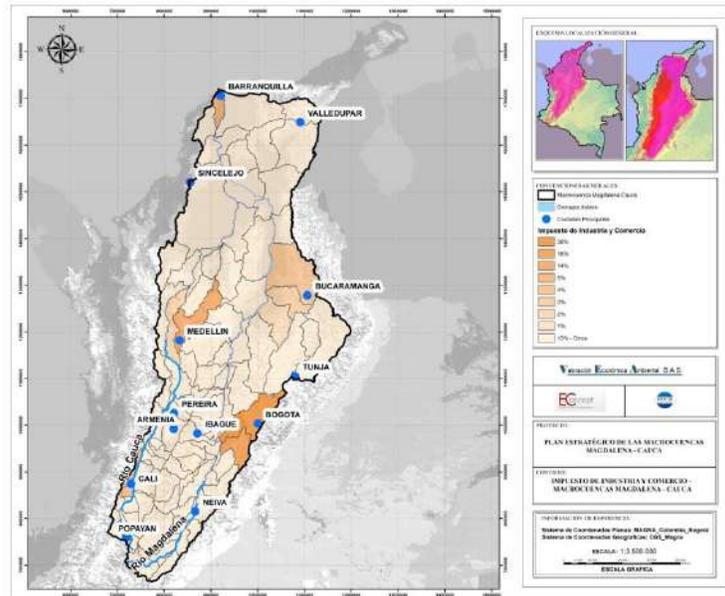
Ilustración 2.140 Tendencia Impuesto Industria y Comercio de las Principales subzonas hidrográficas 2008-2050.



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de DNP

En la Ilustración 2.141 se muestra el mapa con las subzonas según sus valores de Impuesto de Industria y Comercio. Se presentan allí en color más oscuro las subzona con mayor ICA, y en colores cada vez más claros en la medida en que disminuye el recaudo del impuesto. Este resultado era el esperado ya que el impuesto se concentra en las cabeceras y en este caso la mayor producción industrial y de servicios está concentrada en Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla.

Ilustración 2.141 Impuesto de Industria y Comercio en las subzonas Macrocuena Magdalena -Cauca 2050.



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de DNP

2.4.8 Cobertura del Suelo

Teniendo en cuenta la estrecha relación de la cobertura del suelo y el recurso hídrico, en esta sección se presenta un análisis de los cambios en la cobertura del suelo para la Macrocuena Magdalena Cauca entre los años 2000-2002 y 2007-2009, determinados a partir de la metodología “Corine Land Cover” desarrollada para Colombia.

La metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover adaptada para el país fue desarrollada de manera conjunta por IDEAM, IGAC y Cormagdalena y tiene como propósito la realización del inventario homogéneo de la cubierta biofísica (cobertura) de la superficie de la tierra a partir de la interpretación visual de imágenes de satélite asistida por computador y la generación de una base de datos geográfica (IDEAM, 2010).

El IDEAM presenta una leyenda nacional que fue estructurada de manera jerárquica, derivando las unidades de coberturas de la tierra con base en criterios fisonómicos de altura y densidad, claramente definidos y aplicables a todas las unidades consideradas para un grupo de coberturas del mismo tipo (IDEAM, 2010). El IDEAM además presenta la leyenda de las coberturas en diferentes niveles (desde Nivel 1 hasta Nivel 5), en el presente se realizaron análisis por zonas y subzonas hidrográficas para diferentes niveles de las leyendas de la cobertura del suelo, de acuerdo a las variables de interés para el desarrollo del Plan Estratégico.

En las Tablas que se muestran a continuación se describen las leyendas correspondientes a la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia.

Tabla 2.179. Leyenda para metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia

1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES
1.1. Zonas urbanizadas	3.1. Bosques
1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1. Bosque denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme
1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.2. Bosque abierto
1.2.4. Aeropuertos	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable
1.3.2. Zonas de disposición de residuos	3.1.3. Bosque fragmentado
1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	3.1.4. Bosque de galería y ripario
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.5. Plantación forestal
1.4.2. Instalaciones recreativa	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva
	3.2.1.1. Herbazal denso
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
2.1. Cultivos transitorios	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
2.1.1. Otros cultivos transitorios	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
2.1.2. Cereales	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
2.1.4. Hortalizas	3.2.1.1.2.3. Arracachal
2.1.5. Tubérculos	3.2.1.1.2.4. Helechal
2.2. Cultivos permanentes	3.2.1.2. Herbazal abierto
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
2.2.1.2. Caña	3.2.2.1. Arbustal denso
2.2.1.3. Plátano y banano	3.2.2.2. Arbustal abierto
2.2.1.4. Tabaco	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
2.2.1.5. Papaya	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación
2.2.1.6. Amapola	3.3.1. Zonas arenosas naturales
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	3.3.2. Afloramientos rocosos
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
2.2.2.2. Café	3.3.4. Zonas quemadas
2.2.2.3. Cacao	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
2.2.2.4. Viñedos	4. AREAS HÚMEDAS
2.2.2.5. Coca	4.1. Áreas húmedas continentales
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	4.1.1. Zonas Pantanosas
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	4.1.2. Turberas
2.2.3.2. Palma de aceite	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
2.2.3.3. Cítricos	4.2. Áreas húmedas costeras
2.2.3.4. Mango	4.2.1. Pantanos costeros
2.2.4. Cultivos agroforestales	4.2.2. Salitral
2.2.5. Cultivos confinados	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar

2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS		
2.3. Pastos		5. SUPERFICIES DE AGUA
2.3.1. Pastos limpios		5.1. Aguas continentales
2.3.2. Pastos arbolados		5.1.1. Ríos (50 m)
2.3.3. Pastos enmalezados		5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas		5.1.3. Canales
2.4.1. Mosaico de cultivos		5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos		5.2. Aguas marítimas
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales		5.2.1. Lagunas costeras
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales		5.2.2. Mares y océanos
2.4.5. Mosaico de cultivos y espacios naturales		5.2.3. Estanques para acuicultura marina

Fuente: (IDEAM, 2010)

2.4.8.1 Análisis por zonas y subzonas

En primer lugar se realizó un análisis de la cobertura del suelo para cobertura del suelo más actualizada disponible en la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia la cual corresponde al periodo de tiempo 2007-2009. La información se trabajó de acuerdo a las leyendas mostradas en la siguiente tabla en relación con las manejadas por el (IDEAM, 2010).

Tabla 2.180. Leyendas

Nivel	Leyenda
1	Territorios Artificializados
2.1	Cultivos Transitorios
2.2	Cultivos Permanentes
2.3	Pastos
2.4	Áreas Agrícolas Heterogéneas
3	Bosques y Áreas Seminaturales
4	Áreas Húmedas
5	Superficies de Agua

Fuente: UT Macrocuencas son información (IDEAM, 2010)

2.4.8.1.1 Alto Magdalena

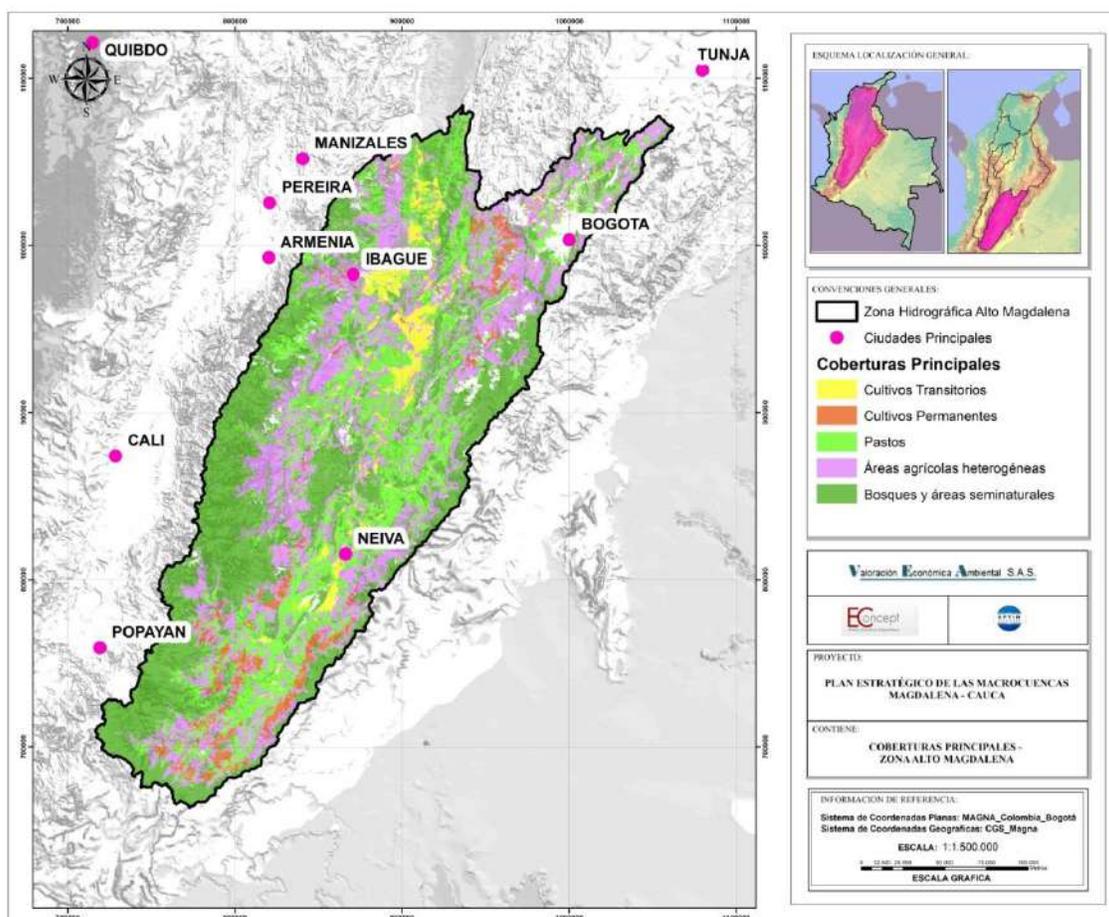
En la siguiente tabla se muestran áreas ocupadas por cada cobertura para la zona Alto Magdalena. Se puede observar la cobertura con mayor área es la que representa a Bosques y áreas seminaturales, seguida por Áreas agrícolas heterogéneas y Pastos, estas áreas suman en total más de 3 millones de hectáreas. La Ilustración 2.142 se puede observar las coberturas en esta zona hidrográfica.

Tabla 2.181. Cobertura del suelo en Alto Magdalena

Cobertura del suelo	Área (ha)	Porcentaje
Bosques y áreas seminaturales	2.044.615	37,52%
Áreas agrícolas heterogéneas	1.532.213	28,12%
Pastos	1.247.621	22,89%
Cultivos Transitorios	197.415	3,62%
Cultivos permanentes	192.815	3,54%
N.D.	120.728	2,22%
Territorios artificializados	70.670	1,30%
Superficies de agua	40.087	0,74%
Áreas húmedas	3.456	0,06%
Total	5.449.619	100,00%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Ilustración 2.142. Coberturas del suelo principales en la zona hidrográfica Alto Magdalena



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

A continuación se muestran las 5 subzonas con mayor porcentaje de área en la cobertura Bosques y áreas seminaturales:

Tabla 2.182. Subzonas con mayor cobertura de Bosques y áreas seminaturales

Subzona	Área cobertura	Área Total subzona	A. cobertura/A total SZH
2105-Río Páez	294.436	520.854	56,53%
2201-Alto Saldaña	183.078	258.394	70,85%
2101-Alto Magdalena	142.952	250.646	57,03%
2114-Río Cabrera	132.783	280.622	47,32%
2119-Río Sumapaz	121.270	304.832	39,78%
Otras	1.170.096	3.834.271	30,52%
Zona	2.044.615	5.449.619	37,52%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

A continuación se muestran las 3 subzonas con mayor área en la cobertura Áreas agrícolas heterogéneas:

Tabla 2.183. Subzonas con mayor cobertura de Áreas agrícolas heterogéneas

Subzona	Área	Porcentaje
2120-Río Bogotá	220.546,02	14,39%
2119-Río Sumapaz	111.954,42	7,31%
2105-Río Páez	97.575,56	6,37%
2111-Río Fortalecillas y otros	75.043,08	4,90%
2125-Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	69.697,40	4,55%
Otras	957.396,56	62%
Total	1.532.213,05	100%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

A continuación se muestran las 3 subzonas con mayor área en la cobertura Pastos:

Tabla 2.184. Subzonas con mayor cobertura de Pastos

Subzona	Área	Porcentaje
2120-Río Bogotá	120.503,22	9,66%
2105-Río Páez	90.492,97	7,25%
2114-Río Cabrera	88.060,76	7,06%
2125-Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	70.478,29	5,65%
2111-Río Fortalecillas y otros	67.626,09	5,42%
Otras	810.459,46	65%
Total	1.247.620,79	100%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

2.4.8.1.2 Medio Magdalena

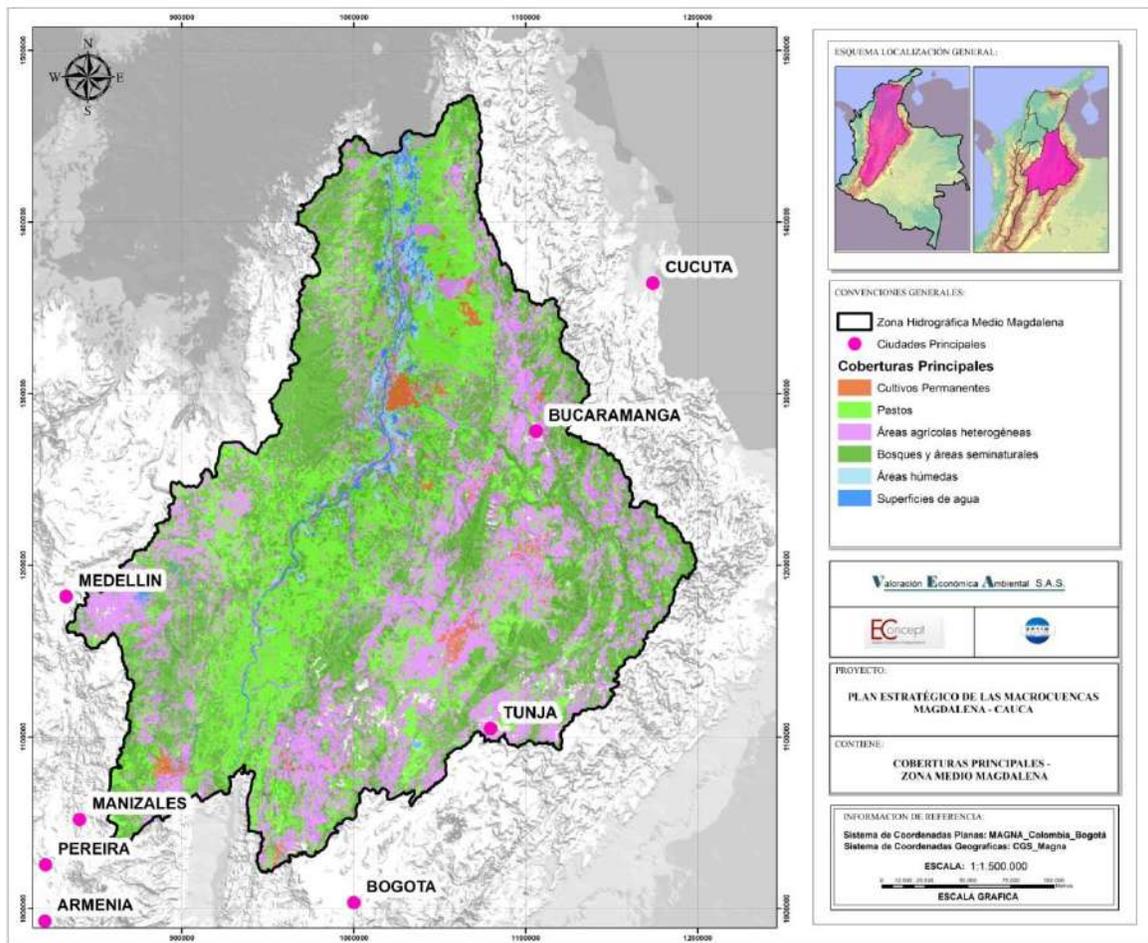
En la siguiente tabla se muestran áreas ocupadas por cada cobertura para la zona Medio Magdalena. Se puede observar la cobertura con mayor área es la que representa a Bosques y áreas seminaturales, seguida por Áreas agrícolas heterogéneas y Pastos, estas áreas suman en total más de 7 millones de hectáreas. La Ilustración 2.143 se puede observar las coberturas en esta zona hidrográfica.

Tabla 2.185. Cobertura del suelo en Medio Magdalena

Cobertura del suelo	Área (ha)	Porcentaje
Bosques y áreas seminaturales	2.885.921	34,80%
Áreas agrícolas heterogéneas	2.565.386	30,93%
Pastos	2.307.454	27,82%
Áreas húmedas	157.424	1,90%
Superficies de agua	140.827	1,70%
Cultivos permanentes	115.370	1,39%
N.D.	55.359	0,67%
Territorios artificializados	43.653	0,53%
Cultivos Transitorios	22.460	0,27%
Total	8.293.855	100,00%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Ilustración 2.143. Coberturas del suelo principales en la zona hidrográfica Medio Magdalena



Fuente: Elaboración UT Macrocuenas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

2.4.8.1.3 Bajo Magdalena

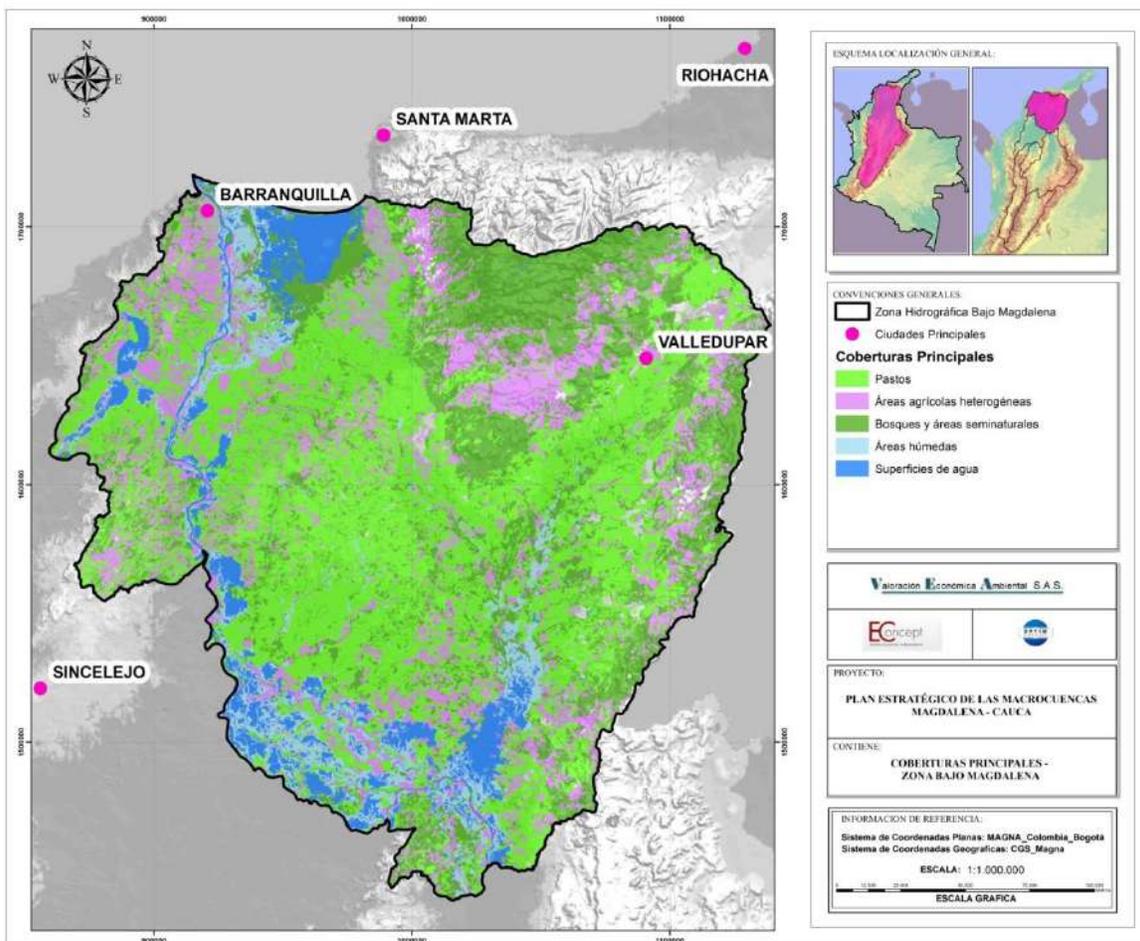
En la siguiente tabla se muestran áreas ocupadas por cada cobertura para la zona Bajo Magdalena. Se puede observar la cobertura con mayor área es la que representa a Pastos, seguida por Bosques y áreas seminaturales y Áreas agrícolas heterogéneas, estas áreas suman en total más de 4 millones de hectáreas. La Ilustración 2.144 se puede observar las coberturas en esta zona hidrográfica.

Tabla 2.186. Cobertura del suelo en Bajo Magdalena

Cobertura del suelo	Área (ha)	Porcentaje
Pastos	2.063.271	41,14%
Bosques y áreas seminaturales	1.216.043	24,24%
Áreas agrícolas heterogéneas	884.797	17,64%
Superficies de agua	357.793	7,13%
Áreas húmedas	324.783	6,48%
Cultivos permanentes	86.449	1,72%
Territorios artificializados	41.805	0,83%
Cultivos Transitorios	35.737	0,71%
N.D.	5.049	0,10%
Total	5.015.728	100,00%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Ilustración 2.144. Coberturas del suelo principales en la zona hidrográfica Bajo Magdalena



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

2.4.8.1.4 Alto Cauca

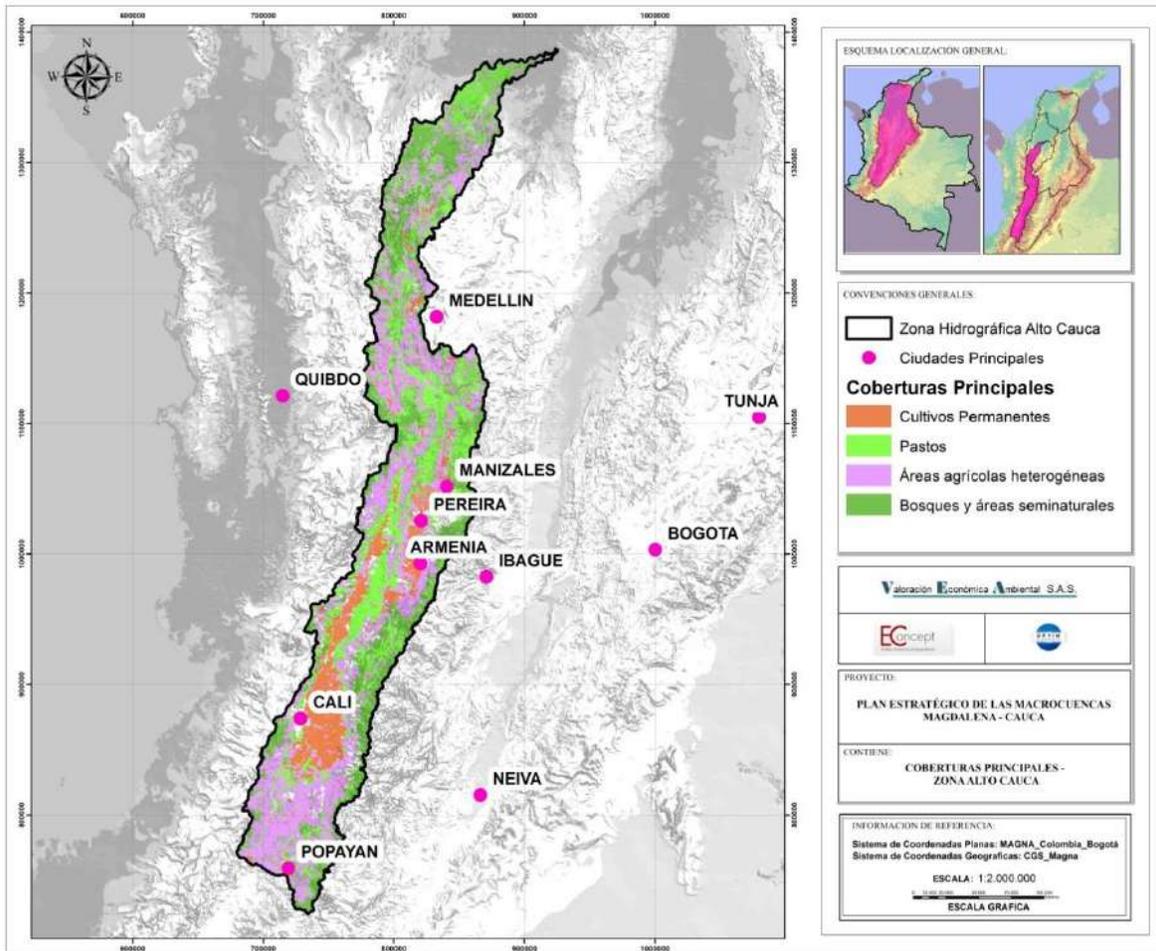
En la siguiente tabla se muestran áreas ocupadas por cada cobertura para la zona Alto Cauca. Se puede observar la cobertura con mayor área es la que representa a Áreas agrícolas heterogéneas, seguida por Bosques y áreas seminaturales y Pastos, estas áreas suman en total más de 3 millones de hectáreas. La Ilustración 2.145 se puede observar las coberturas en esta zona hidrográfica.

Tabla 2.187. Cobertura del suelo en Alto Cauca

Cobertura del suelo	Área (ha)	Porcentaje
Áreas agrícolas heterogéneas	1.490.335	36,4%
Bosques y áreas seminaturales	1.000.334	24,4%
Pastos	965.875	23,6%
Cultivos permanentes	426.782	10,4%
N.D.	130.199	3,2%
Territorios artificializados	48.191	1,2%
Superficies de agua	24.027	0,6%
Cultivos Transitorios	9.630	0,2%
Áreas húmedas	3.422	0,1%
Total	4.098.796	100,0%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Ilustración 2.145. Coberturas del suelo principales en la zona hidrográfica Alto Cauca



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

2.4.8.1.5 Medio Cauca

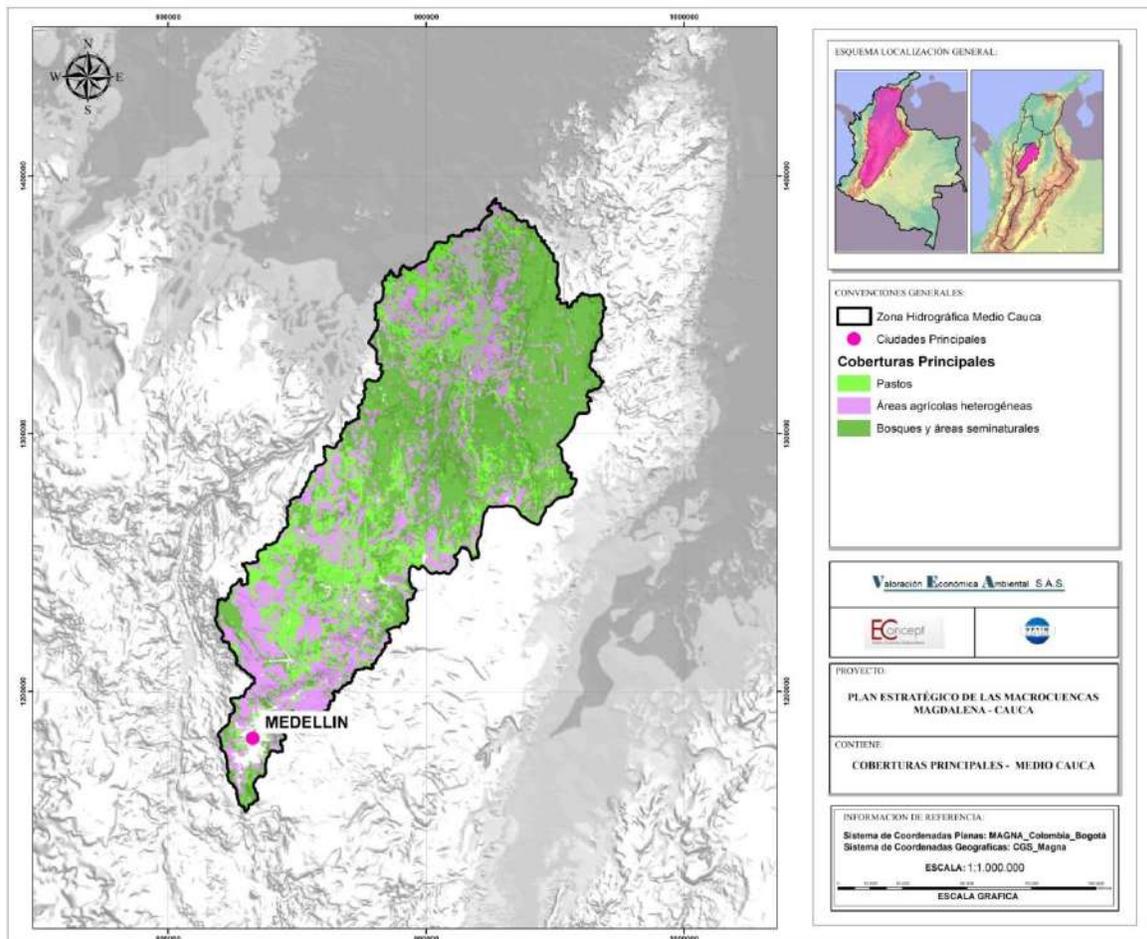
En la siguiente tabla se muestran áreas ocupadas por cada cobertura para la zona Medio Cauca. Se puede observar la cobertura con mayor área es la que representa a Bosques y áreas seminaturales, seguida por Áreas agrícolas heterogéneas y Pastos, estas áreas suman en total más de 1.394.169 hectáreas. La Ilustración 2.146 se puede observar las coberturas en esta zona hidrográfica.

Tabla 2.188. Cobertura del suelo en Medio Cauca

Cobertura del suelo	Área (ha)	Porcentaje
Bosques y áreas seminaturales	662.410	45,33%
Áreas agrícolas heterogéneas	424.711	29,06%
Pastos	307.048	21,01%
Territorios artificializados	38.463	2,63%
Áreas húmedas	15.253	1,04%
Superficies de agua	10.818	0,74%
Cultivos permanentes	2.034	0,14%
N.D.	442	0,03%
Cultivos Transitorios	115	0,01%
Total	1.461.292	100,00%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09

Ilustración 2.146. Coberturas del suelo principales en la zona hidrográfica Medio Cauca



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09

2.4.8.1.6 Bajo Cauca

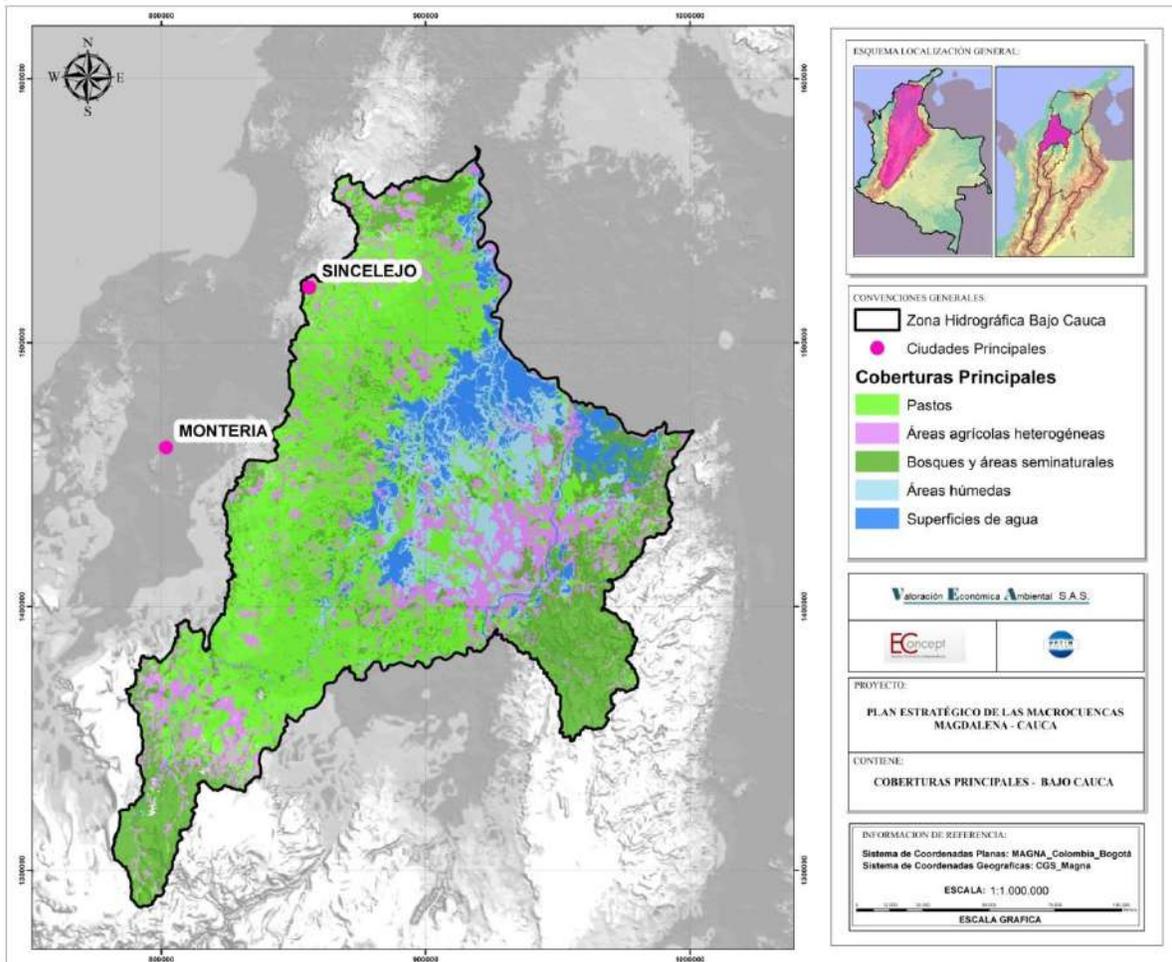
En la siguiente tabla se muestran áreas ocupadas por cada cobertura para la zona Bajo Cauca. Se puede observar la cobertura con mayor área es la que representa a Pastos, seguida por Bosques y áreas seminaturales y Áreas agrícolas heterogéneas, estas áreas suman en total más de 2.070.928 hectáreas. La Ilustración 2.147 se puede observar las coberturas en esta zona hidrográfica.

Tabla 2.189. Cobertura del suelo en Bajo Cauca

Cobertura del suelo	Área (ha)	Porcentaje
Pastos	1.089.206	42,02%
Bosques y áreas seminaturales	554.329	21,39%
Áreas agrícolas heterogéneas	427.393	16,49%
Áreas húmedas	254.638	9,82%
Superficies de agua	225.552	8,70%
Cultivos Transitorios	19.255	0,74%
Territorios artificializados	13.314	0,51%
N.D.	7.752	0,30%
Cultivos permanentes	641	0,02%
Total	2.592.081	100,00%

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Ilustración 2.147. Coberturas del suelo principales en la zona hidrográfica Bajo Cauca



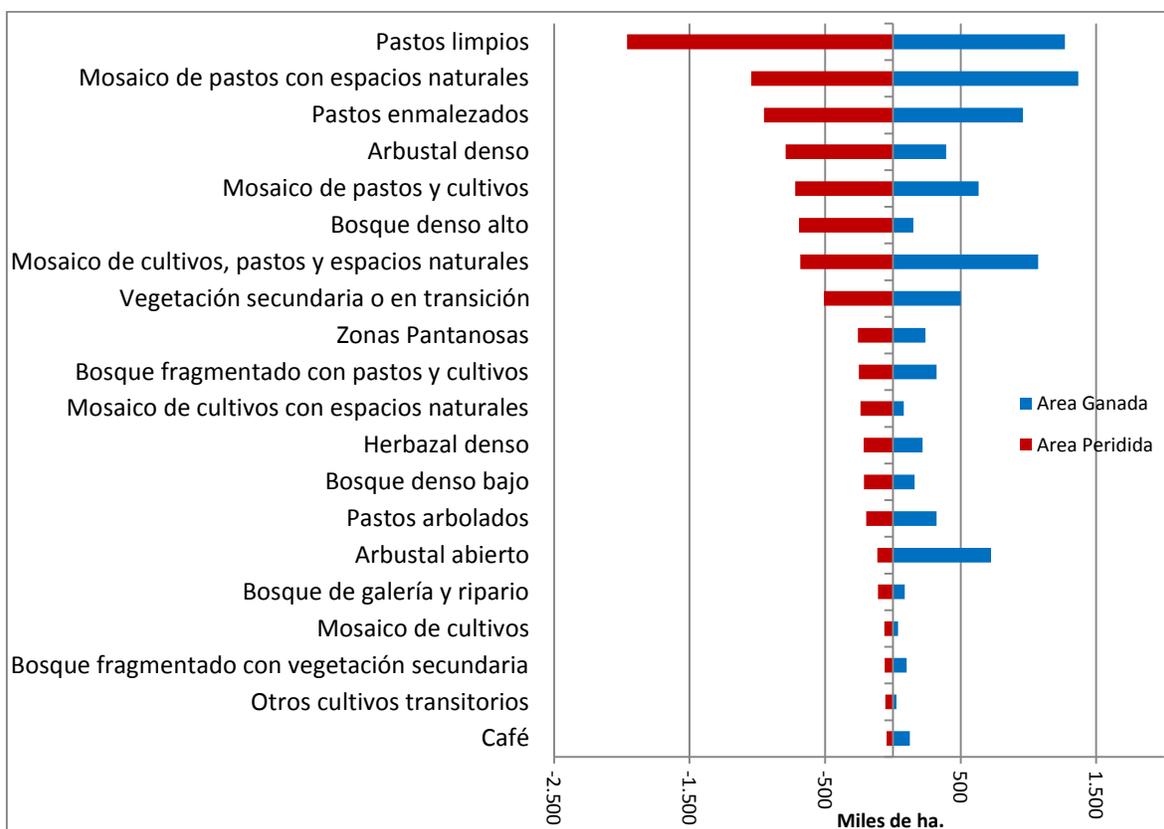
Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09

2.4.8.2 Cambios de cobertura (2000-2002 vs 2007-2009)

2.4.8.2.1 Transiciones

Se presentan en la Ilustración 2.148 los cambios de cobertura del periodo 2000-2002 contra el periodo 2007-2009. Allí se puede apreciar que existen grandes diferencias en los cambios de cobertura según factor, los principales que presentan la mayor área perdida son el arbusto denso, Mosaico de pastos y cultivos y los pastos limpios. En el sentido contrario la mayor área ganada se encuentra en arbustal abierto, pastos arbolados y Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales. Por último se mantuvo una relación muy similar entre pérdida y ganancia de área para los pastos enmalezados, la vegetación secundaria o en transición, las zonas pantanosas y el herbazal denso.

Ilustración 2.148 Cambios de cobertura 2000 – 2002 Vs. 2007 - 2009



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En cuanto a las transiciones más extensas en la Macrocuena son las correspondientes a: (1) pastos limpios a pastos enmalezados; (2) pastos enmalezados a pastos limpios; (3) Zonas Pantanosas a Lagunas, lagos y ciénagas naturales; (4) Mosaico de pastos con espacios naturales a Pastos limpios y (5) Mosaico de pastos y cultivos a Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales.

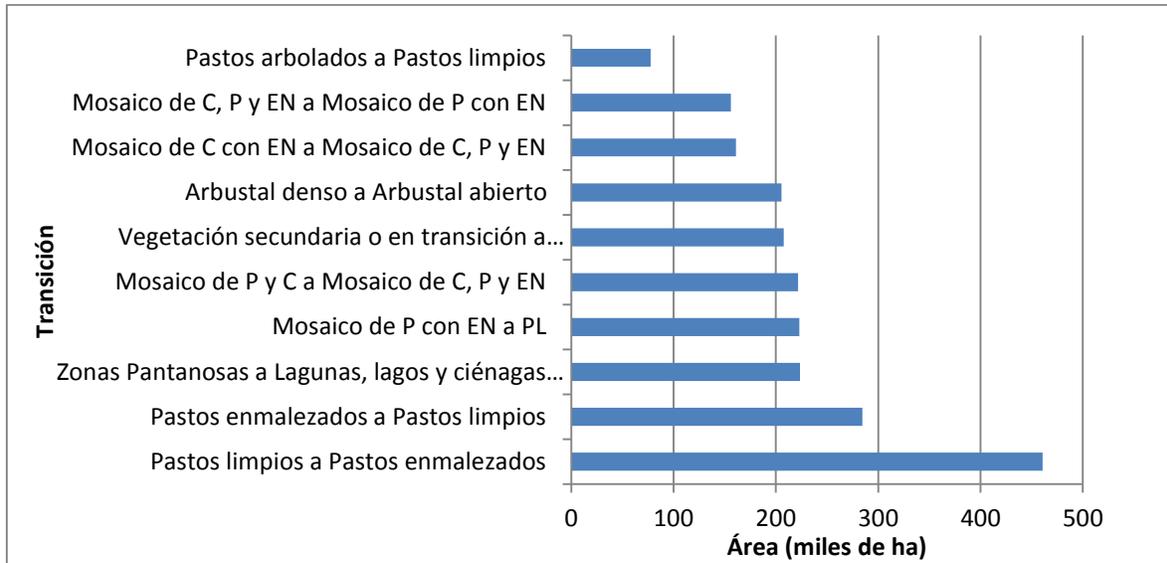
Tabla 2.190. Transiciones más extensas en la Macrocuena Magdalena-Cauca

Transición	Área (ha)
Pastos limpios a Pastos enmalezados	460.645
Pastos enmalezados a Pastos limpios	284.474
Zonas Pantanosas a Lagunas, lagos y ciénagas naturales	223.488
Mosaico de pastos con espacios naturales a Pastos limpios	222.992
Mosaico de pastos y cultivos a Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	221.585
Vegetación secundaria o en transición a Mosaico de pastos con espacios naturales	207.696
Arbustal denso a Arbustal abierto	205.418
Mosaico de cultivos con espacios naturales a Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	161.081

Transición	Área (ha)
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales a Mosaico de pastos con espacios naturales	155.951
Pastos arbolados a Pastos limpios	77.699

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

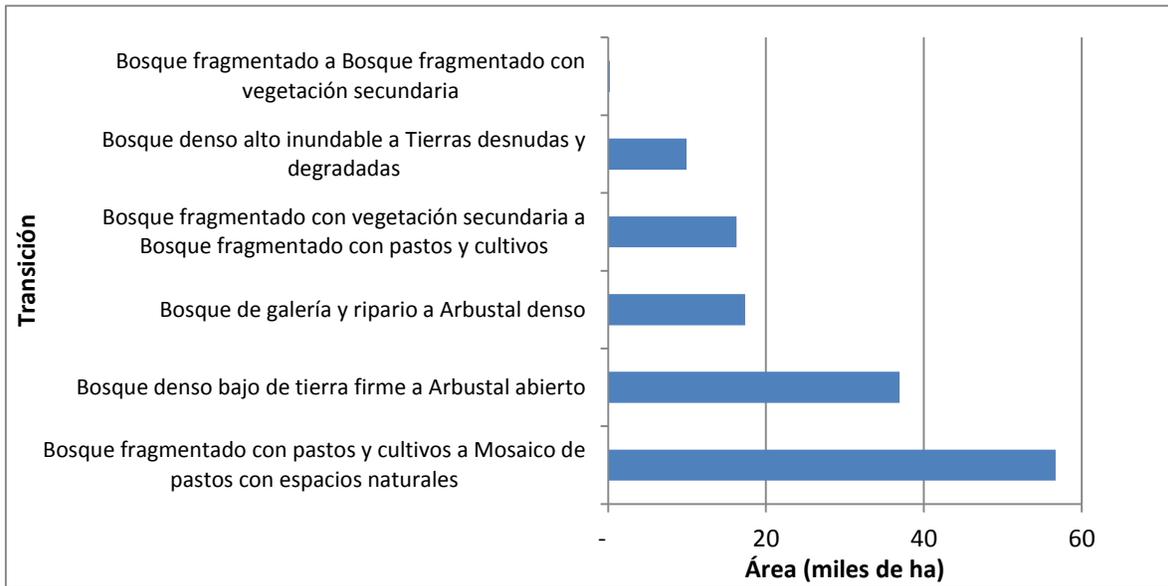
Ilustración 2.149. Transiciones más extensas en la Macrocuenca Magdalena-Cauca



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

En la siguiente ilustración se muestran que las transiciones coberturas relacionadas con las coberturas boscosas en la Macrocuenca Magdalena-Cauca.

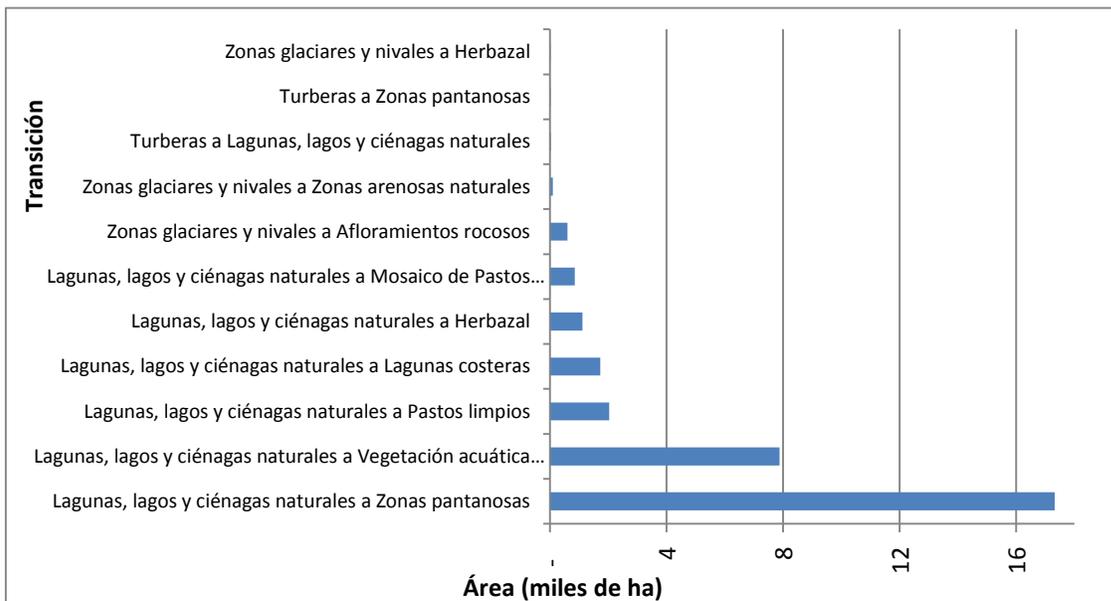
Ilustración 2.150. Transiciones de coberturas boscosas en la Macrocuena Magdalena-Cauca



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Así mismo, se analizan particularmente las coberturas del Corine Land Cover que representan ecosistemas de los cuales depende la oferta hídrica, tales como "Zonas glaciares y nivales", "Turberas" y "Lagunas, lagos y ciénagas naturales".

Ilustración 2.151. Transiciones de coberturas de ecosistemas de los cuales depende la oferta hídrica en la Macrocuena Magdalena-Cauca



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2000-02", IDEAM-IGAC "Corine Land Cover 2007-09"

Teniendo en cuenta la ilustración anterior, es importante resaltar la transición de la cobertura “Lagunas, lagos y ciénagas naturales” a pastos limpios, herbazal y mosaico de pastos con espacios naturales, abarca aproximadamente 4.000 hectáreas. Por lo tanto, se analizan las subzonas en las que hubo mayor transición en éste tipo de cobertura.

Tabla 2.191. Transiciones por subzonas hidrográficas en la cobertura de “Lagunas, lagos y ciénagas naturales”

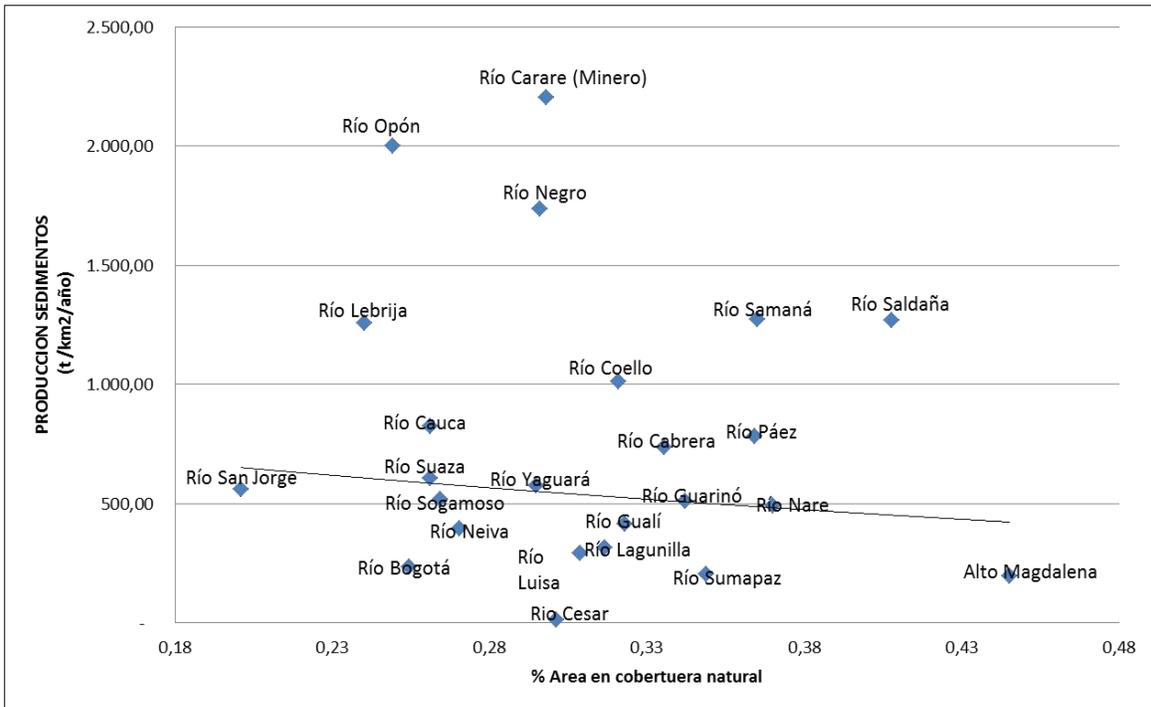
Cód SZH	Subzona Hidrográfica	Pastos limpios	Pastos enmalezados	Mosaico de pastos y cultivos	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales	Total Transición (ha)
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	899	184	77	1	140	1.301
2907	Directos Bajo Magdalena	297	45	100	168	95	705
2626	Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	150	64		12	153	380
2805	Bajo Cesar	154	70	10	15	79	329
2804	Río Ariguaní	176	10			117	302
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	60	15		49	17	142
2317	Río Cimitarra	31	6			96	133
2120	Río Bogotá	22		31		15	68
2901	Directos al Bajo Magdalena (mi)	33			9	11	54
2624	Río Taraza - Río Man				6	40	46
2320	Brazo Morales	5	7			25	37
2105	Río Páez					22	22

Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2000-02”, IDEAM-IGAC “Corine Land Cover 2007-09”

2.4.8.3 Producción de sedimentos.

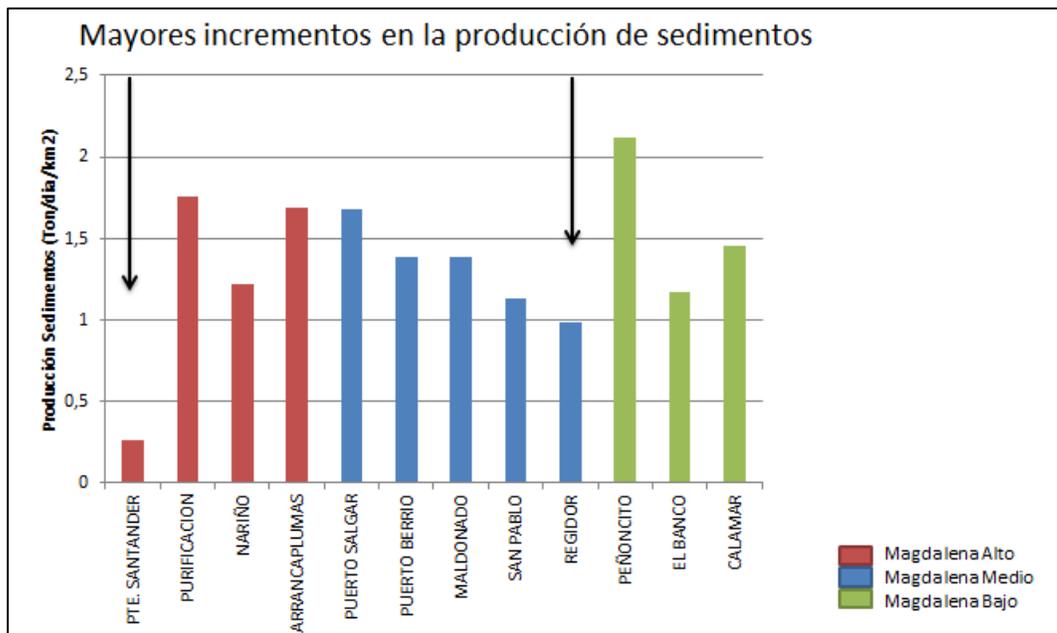
En las siguientes ilustraciones se muestra la producción de sedimentos en el Magdalena-Cauca, detallando los ríos que son los mayores productores de toneladas por año, por porcentaje de área en cobertura natural. También se observan los cambios más relevantes de producción de sedimentos a lo largo de las estaciones del río Magdalena. Esto con el fin de cuestionarse por qué se están dando estos incrementos y si es posible atribuir este fenómeno a cambios en la cobertura por erosión y deforestación:

Ilustración 2.152. Producción de sedimentos Magdalena-Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2011)

Ilustración 2.153: Producción de sedimentos a lo largo de la Macrocuena Magdalena-Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

2.4.9 Ecosistemas terrestres y de Agua Dulce

En esta sección se analizan las áreas que han sido determinadas por diferentes portafolios de conservación como relevantes para realizar ejercicios de conservación, según criterios y conceptos que se presentarán más adelante. Adicionalmente, se presentan por subzonas las áreas protegidas actualmente.

2.4.9.1 Prioridades de conservación.

La priorización de la conservación terrestre y acuática dentro de la Macrocuena, es uno de los temas críticos para saber el estado en el que se encuentra el recurso hídrico. En el país se han llevado a cabo diversos ejercicios en los cuales se establecen áreas que deberían ser priorizadas con base en los criterios que se mencionarán más adelante. Sin embargo, debido a que cada ejercicio otorga diferentes niveles de importancia a los criterios, existe una base de datos poco unificada con relación a las áreas de conservación. En la actualidad, el Sistema de Parques Nacionales Naturales está realizando un ejercicio de integración según lo estipulado en el CONPES 3680 de 2010, en el cual se tienen en cuenta 33 portafolios de conservación desarrollados por diferentes instituciones.

La siguiente tabla enumera los portafolios y las instituciones responsables. Cabe aclarar que en el ejercicio preliminar de integración, no fueron incluidos los portafolios que se encuentran con color gris por ser redundantes.

Tabla 2.192. Portafolios de conservación

N°	Nombre	Fuente	N°	Nombre	Fuente
1	Prioridades Nacionales SINAP	UAESPNN.	18	Prioridades SIDAP Choco	IIAP - WWF
2	Prioridades CVC	CVC	19	Prioridades Costeras Invenmar (Pacífico y Caribe)	Invenmar
3	Prioridades ANH Caribe	IAvH	20	Prioridades Tribuga (Puertos)	TNC
4	Prioridades ANH Andes.	IAvH	21	Áreas Importantes para Conservación de Aves	BirdWatch
5	Prioridades ANH Llanos.	IAvH	22	AICAS	IAvH
6	Prioridades ANH Pacífico.	IAvH	23	Áreas Importantes para Conservación de aves playeras	F. Callidris
7	Prioridades Chocó-Manabí	WWF	24	Áreas preseleccionadas para el sistema de parques nacionales	Hernandez - Biocolombia
8	Prioridades ecosistemas dulceacuicolas	TNC	25	Áreas Prioritarias Andes del Norte	WWF
9	Prioridades Sirap Caribe.	SIRAP Caribe	26	Visión Amazónica	WWF
10	Prioridades Serranía de San Lucas. (Minería)	TNC	27	Ecosistemas dulce acuícola amazónicos	WWF

N°	Nombre	Fuente	N°	Nombre	Fuente
11	Prioridades Sierra de la Macarena. (Vías)	TNC	28	Prioridades CAR	IAvH
12	Prioridades Casanare. (Hidrocarburos)	TNC	29	Prioridades Corredor de Paramos	CI
13	Prioridades Ecopetrol - Llanos Orientales	IAvH	30	Corredor Pantera	Panthera
14	Prioridades Ecopetrol - Magdalena Medio	IAvH	31	Prioridades Casanare	WWF
15	Prioridades Binacional Humboldt - La Salle.	IAvH	32	Prioridades Sidap Antioquia	SIDAP Antioquia
16	Prioridades la Jagua de Ibirico, Cesar (Carbón)	TNC	33	Prioridades del Eje Cafetero	SIRAP Eje Cafetero

Fuente: (Parques Nacionales Naturales)

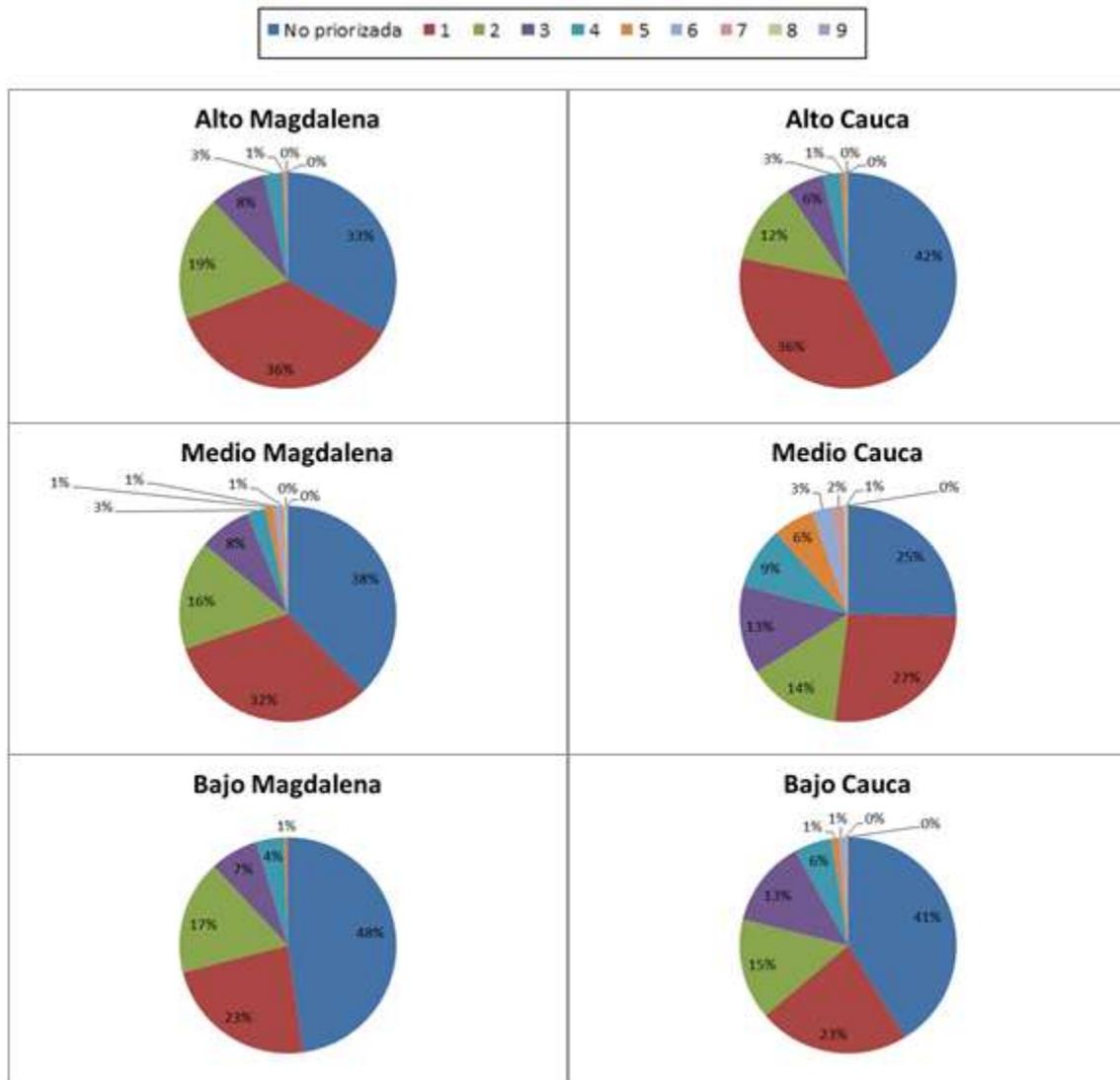
Así mismo, a continuación se presentan los principales criterios que utilizan los portafolios de conservación mencionados, para determinar si un área debe ser priorizada.

- Representatividad: El área posee un gran número de elementos de la biodiversidad.
- Hábitats raros: Este criterio realza la importancia de conservar áreas que se encuentran generalmente asociadas a condiciones fisiográficas muy particulares, como es el caso de bancos de ostras períféricas encontrados únicamente en el sistema costero GUA, formaciones coralinas profundas localizado en ARCO y TAY, entre otros.
- Naturalidad: Este criterio está relacionado con el estado de conservación de un sitio. Es la medida que indica cuando un área ha sido preservada o ha sido sometida a grandes cambios por la actividad humana. Un sitio con un alto número de amenazas será considerado de baja naturalidad.
- Heterogeneidad: Se refiere a la variedad de ecosistemas y hábitats presentes en un sitio.
- Etapas vulnerables: Este criterio hace referencia a áreas relacionadas con etapas vulnerables de la reproducción de especies.
- Hábitats vulnerables: Sitios de importancia para la conservación de especies, tales como sitios de congregación de mamíferos marinos, sitios de alimentación y congregación de aves.
- Ecosistemas conectores: Este criterio representa un esfuerzo por darle relevancia a aquellos ecosistemas de los cuales se sabe que son utilizados por algunas especies para completar su ciclo de vida, como es el caso de los manglares, pastos marinos, arrecifes coralinos, entre otros.
- Zonas de territorios colectivos e indígenas de valor espiritual y cultural.
- Zonas de Servicios ambientales: Sumideros de carbono, áreas de abastecimiento de agua.
- Ecosistemas estratégicos: Humedales, páramos, manglares, zonas de recarga de acuíferos, bosque seco.
- El sitio mantiene una población viable de al menos una especie amenazada (CR, EN, VU) a nivel nacional de acuerdo con la última lista oficial y otras especies cuya conservación sea de interés nacional.

- Se sabe o considera que el área mantiene un componente significativo de especies casi endémicas (aquellas que tengan más del 50% de su distribución dentro del país).
- Se conoce o considera que el sitio mantiene, en una base regular, 15.000 aves acuáticas o 7.500 parejas de aves marinas de una o más especies.
- El área es un "cuello de botella" en la ruta migratoria por la que pasan, de manera regular y estacional números significativos de 1 o más especies de falconiformes migratorias.

Con base en la información anterior, se presenta por zonas el área no priorizada y el área priorizada según el número de portafolios.

Ilustración 2.154. Porcentajes de áreas de priorización de conservación



Fuente: Cálculos UT con información de (Parques Nacionales Naturales)

La información y los valores correspondientes a la ilustración anterior se presentan detalladamente en la siguiente tabla.

Tabla 2.193. Área según priorización por zona.

Zona	No priorizado		1-5 Priorizaciones		> 5 Priorizaciones		Área Zona (km2)
Alto Magdalena	17.969	33%	36.212	66%	198	0,4%	54.496
Medio Magdalena	31.173	38%	49.775	60%	1.771	2,1%	82.939
Bajo Magdalena	22.716	45%	24.869	50%	-	0,0%	50.150
Alto Cauca	17.585	42%	23.554	57%	161	0,4%	41.406
Medio Cauca	3.677	25%	10.085	69%	787	5,4%	14.613
Bajo Cauca	10.474	41%	14.600	57%	354	1,4%	25.501

Fuente: Cálculos UT con información de (Parques Nacionales Naturales)

Teniendo en cuenta la información anterior, se observa que la zona de Medio Magdalena y Medio Cauca son las zonas que tienen el mayor número de ejercicios de conservación realizados (9). Adicionalmente, alrededor del 60% del área total de la zona, corresponde a áreas que se encuentran dentro de los portafolios de conservación.

Adicionalmente, en la siguiente tabla se presenta el área priorizada por zona.

Tabla 2.194. Área priorizada por zona.

Zona	Área Priorizada (km2)	AP/ Área Magdalena Cauca
Medio Magdalena	51.547	19%
Alto Magdalena	36.410	14%
Bajo Magdalena	24.869	9%
Alto Cauca	23.716	9%
Bajo Cauca	14.955	6%
Medio Cauca	10.872	4%

Fuente: Cálculos UT con información de (Parques Nacionales Naturales)

En la siguiente tabla se presenta el número de priorizaciones que se han realizado por zona.

Tabla 2.195. Número de priorizaciones por zona.

Zona	Número de priorizaciones
Alto Magdalena	7
Medio Magdalena	9
Bajo Magdalena	5
Alto Cauca	7
Medio Cauca	9
Bajo Cauca	8

Fuente: Cálculos UT con información de (Parques Nacionales Naturales)

Teniendo en cuenta la información anterior, para la Macrocuenca Caribe cuenta con un 70% del área priorizada, tal como se muestra en la siguiente tabla.

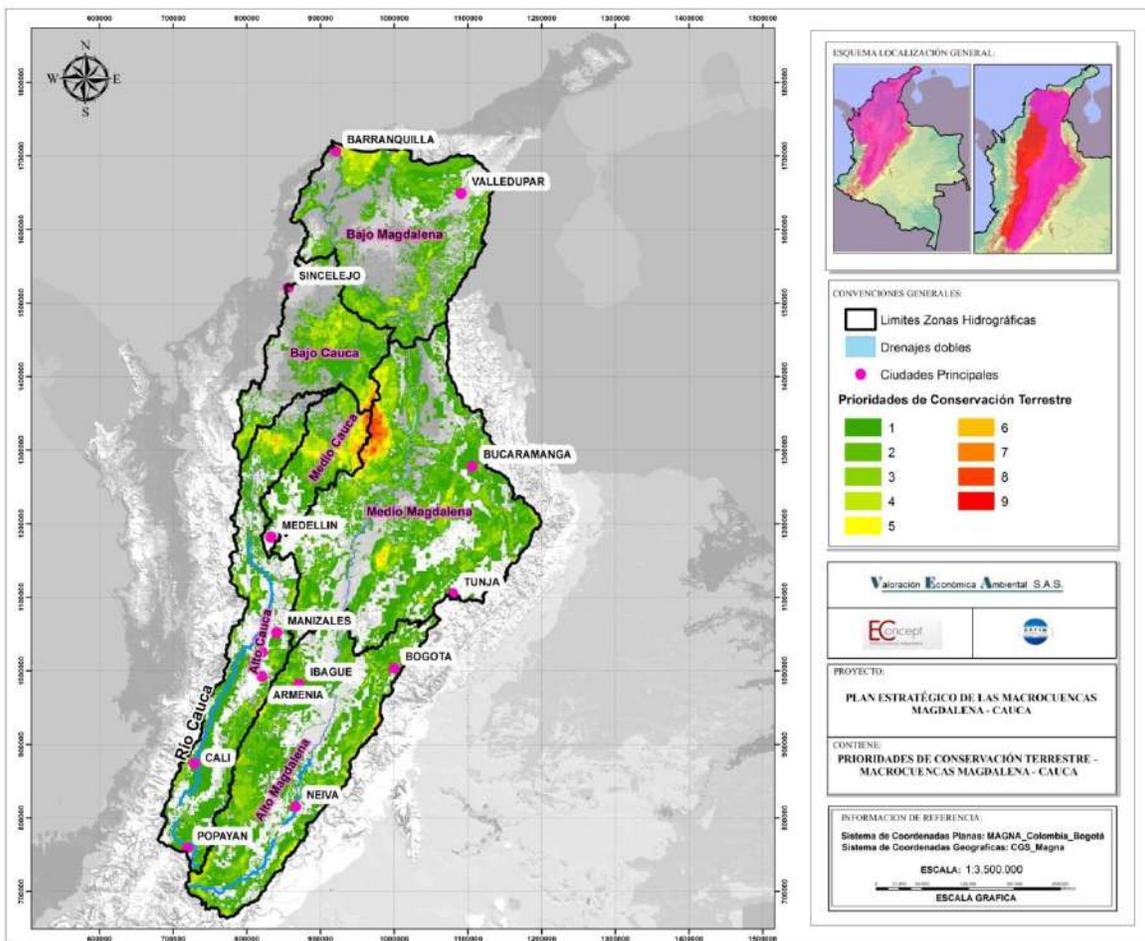
Tabla 2.196. Área priorizada y no priorizada.

	Área (km ²)	Área/ Área total Magdalena Cauca
No priorizada	103.593	39%
Priorizada	162.368	61%

Fuente: Cálculos UT con información de (Parques Nacionales Naturales)

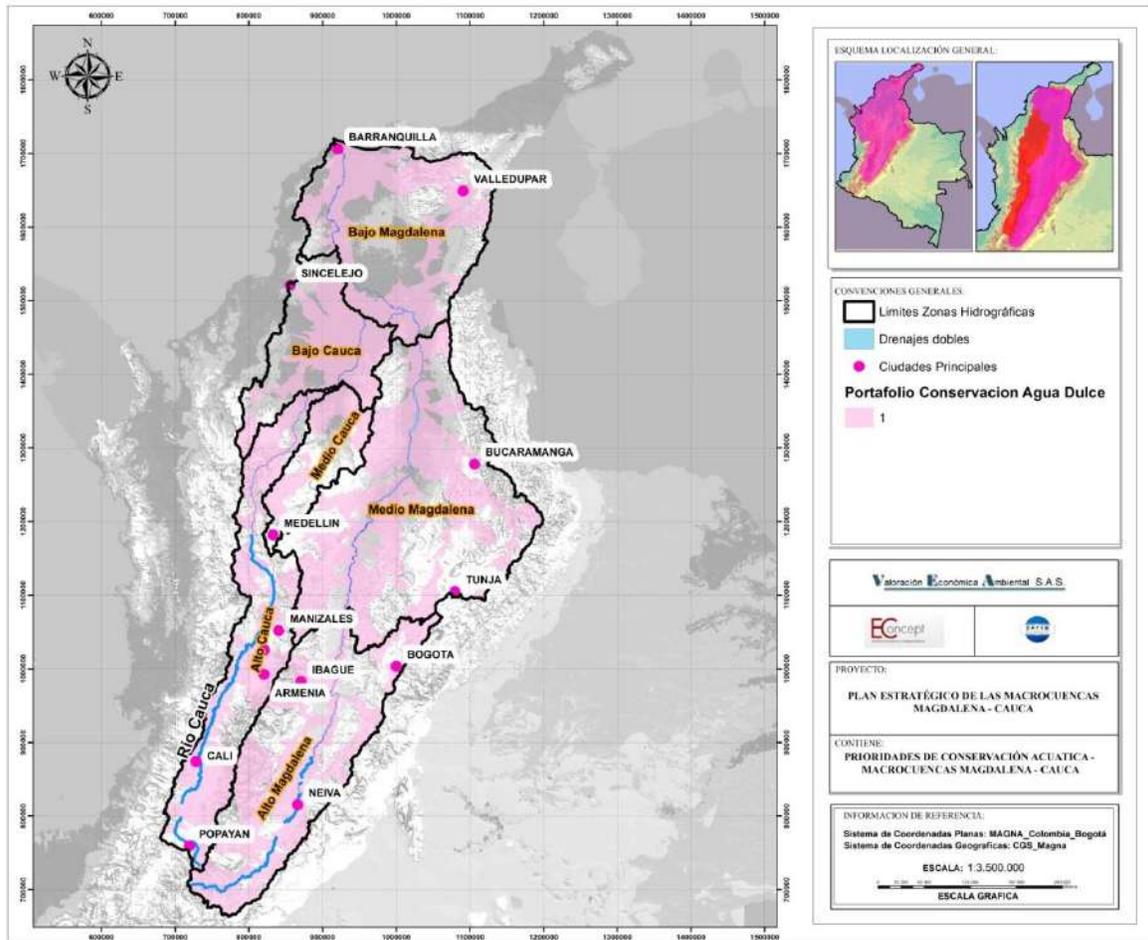
La priorización terrestre y acuática se muestra en la siguiente ilustración, en escalas de verde-rojo y rosado respectivamente:

Ilustración 2.155: Prioridades de conservación terrestre



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Ilustración 2.156: Prioridades de conservación terrestre



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Se observa una importante priorización de ecosistemas en todo el territorio, donde se evidencia una clara necesidad de protección del área de intersección entre Medio Cauca, Bajo Cauca y Medio Magdalena, la cual está ubicada en el centro-norte de la Macrocuenca, con una tonalidad rojiza dada la escala de prioridades altas correspondientes a los niveles 7, 8 y 9. En la siguiente ilustración se muestran las áreas naturales protegidas (polígonos rojos), con el fin de mostrar cuanta área se protege de lo priorizado anteriormente.

2.4.9.2 Áreas protegidas.

Con relación a las áreas protegidas actualmente, se tuvo en cuenta la información correspondiente a las autoridades ambientales tales como las Corporaciones Autónomas Regionales y Parques Nacionales Naturales.

A continuación se presenta por zona el área protegida.

Tabla 2.197. Área Natural Protegida según Autoridad Ambiental.

Autoridad Ambiental	Área Natural protegida (ha)	% ANP/ Área Magdalena Cauca
PARQUES	1.552.525	5,77%
CAS	405.192	1,51%
CAM	147.640	0,55%
CVC	121.183	0,45%
CAR	96.182	0,36%
CORANTIOQUIA	64.213	0,24%
CORPOCESAR	62.140	0,23%
CORNARE	47.860	0,18%
CORPOBOYACA	45.237	0,17%
CRQ	31.692	0,12%
CARDER	30.372	0,11%
DAMA	17.759	0,07%
CORPOCALDAS	17.629	0,07%
CORTOLIMA	11.842	0,044%
CDMB	10.325	0,038%
CORPOGUAJIRA	9.940	0,037%
CRG-CARDER	9.653	0,036%
CORPOGUAVIO	8.629	0,032%
CORMACARENA - CDA	6.389	0,024%
CORPONOR	1.192	0,004%
CDMB-CORPONOR	424	0,002%
CORPOURABA	30	0,000%
Total Área Protegida	2.698.047	10,026%
Total Área Magdalena Cauca	26.910.492	

Fuente: UT Macrocuena con información de (Parques Nacionales Naturales)

Tabla 2.198. Área Total Natural Protegida por zona.

Zona	ANP (ha)		% ANP/ Área Magdalena Cauca
Alto Cauca	439.256	16%	1,6%
Alto Magdalena	1.027.172	38%	3,8%
Bajo Cauca	116.594	4%	0,4%
Bajo Magdalena	229.825	9%	0,9%
Medio Cauca	61.743	2%	0,2%
Medio Magdalena	823.457	31%	3,1%
Total general	2.698.047	100%	10,0%

Fuente: UT Macrocuena con información de (Parques Nacionales Naturales)

Tabla 2.199. Área Natural Protegida por zona según Autoridad Ambiental.

Zona	Autoridad Ambiental	ANP (ha)
Alto Magdalena	PARQUES	770.000
	CAM	147.640
	CAR	65.013
	DAMA	17.759
	CORTOLIMA	11.668
	CORPOGUAVIO	8.629
	CORMACARENA - CDA	6.389
	CRQ	57
	CVC	17
Medio Magdalena	CAS	405.192
	PARQUES	233.557
	CORPOCESAR	57.504
	CORPOBOYACA	45.237
	CORNARE	38.147
	CAR	31.169
	CDMB	10.325
	CORPONOR	1.192
	CORPOCALDAS	561
	CDMB-CORPONOR	424
	CORTOLIMA	150
Bajo Magdalena	PARQUES	215.249
	CORPOGUAJIRA	9.940
	CORPOCESAR	4.636
Alto Cauca	PARQUES	217.126
	CVC	121.165
	CRQ	31.635
	CARDER	30.372
	CORPOCALDAS	17.068
	CORANTIOQUIA	12.183
	CRG-CARDER	9.653
	CORPOURABA	30
	CORTOLIMA	24
Medio Cauca	CORANTIOQUIA	52.030
	CORNARE	9.713
Bajo Cauca	PARQUES	116.594
Total		2.698.047

Fuente: UT Macrocuena con información de (Parques Nacionales Naturales)

Se observa que el espacio prioritario para la conservación no está siendo debidamente cuidado, ya que las áreas naturales protegidas (ANP) cubren muy poco de éste, en especial la zona que requiere de cuidado urgente dada su gran magnitud en la escala *Número de priorizaciones por zona*.

2.4.10 Áreas marino costeras

La Macrocuena Magdalena Cauca solo cuenta con 2 de las 103 subzonas hidrográficas con territorios sobre la línea de costa colombiana, estas subzonas están ubicadas en la zona hidrográfica del Bajo Magdalena, costa:

Tabla 2.200. Subzonas hidrográficas con territorios en la línea de costa

Zona Hidrográfica	Subzona Hidrográfica
Bajo Magdalena	2904-Directos al Bajo Magdalena (mi)

2.4.10.1 Erosión Costera

2.4.10.1.1 Bajo Magdalena

En la Tabla 2.201 se muestra la longitud de costa por subzona, así como la longitud de línea de costa erosionada y la longitud de costa con obras de protección para la erosión. De acuerdo a lo anterior, se puede observar que la subzona con un número mayor de kilómetros de costa erosionada es “2906-Cga Grande de Santa Marta” con 26,23 km erosionados.

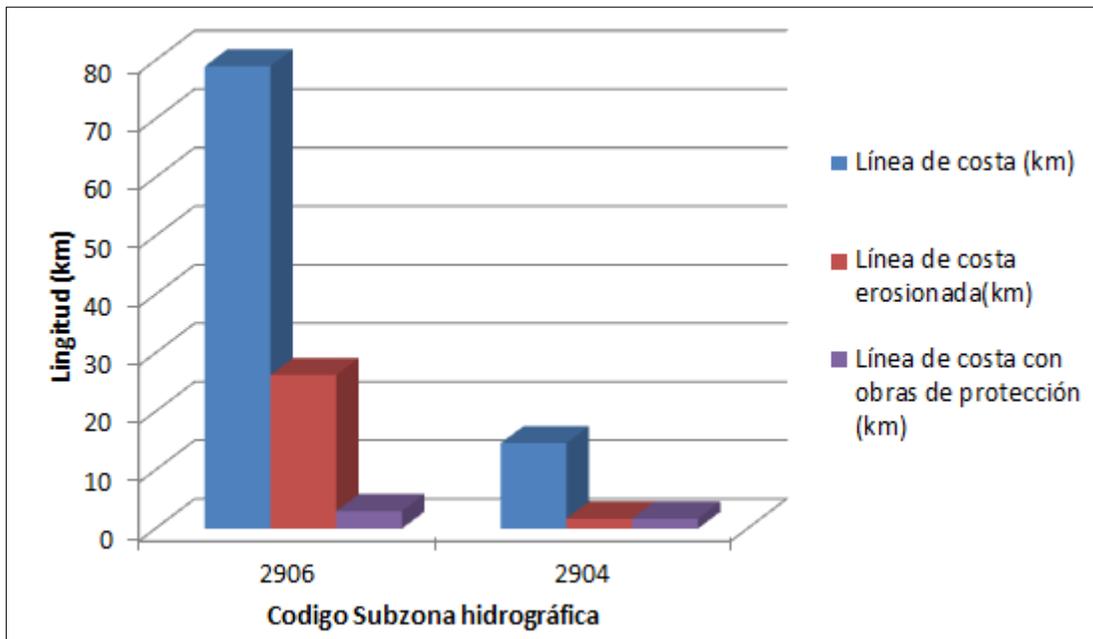
En la tabla también es posible observar que la longitud de las obras de protección en la zona de 4,70 km correspondientes a un 5,03% del total de la línea de costa.

Tabla 2.201. Línea de costa erosionada y con obras de protección en la zona hidrográfica Bajo Magdalena

Subzona Hidrográfica	Línea de costa (km)	Línea de costa erosionada(km)	Línea de costa con obras de protección (km)
2906-Cga Grande de Santa Marta	78,98	26,23	2,98
2904-Directos al Bajo Magdalena (mi)	14,58	1,72	1,72
Total	93,56	27,95	4,70

Fuente: UT Macrocuencas con base en información del (INVERMAR, 2008)

Ilustración 2.157. Línea costera zona hidrográfica Bajo Magdalena



Fuente: UT Macrocuencas con base en información del (INVERMAR, 2008)

2.4.10.2 Aporte de sedimentos al mar

A continuación se muestran los aportes de sedimentos de los principales ríos que desembocan en la costa caribe colombiana. El río Magdalena aporta más del 84% de los sedimentos, el segundo más importante es el río Atrato

Tabla 2.202. Descarga de sedimentos a mar caribe.

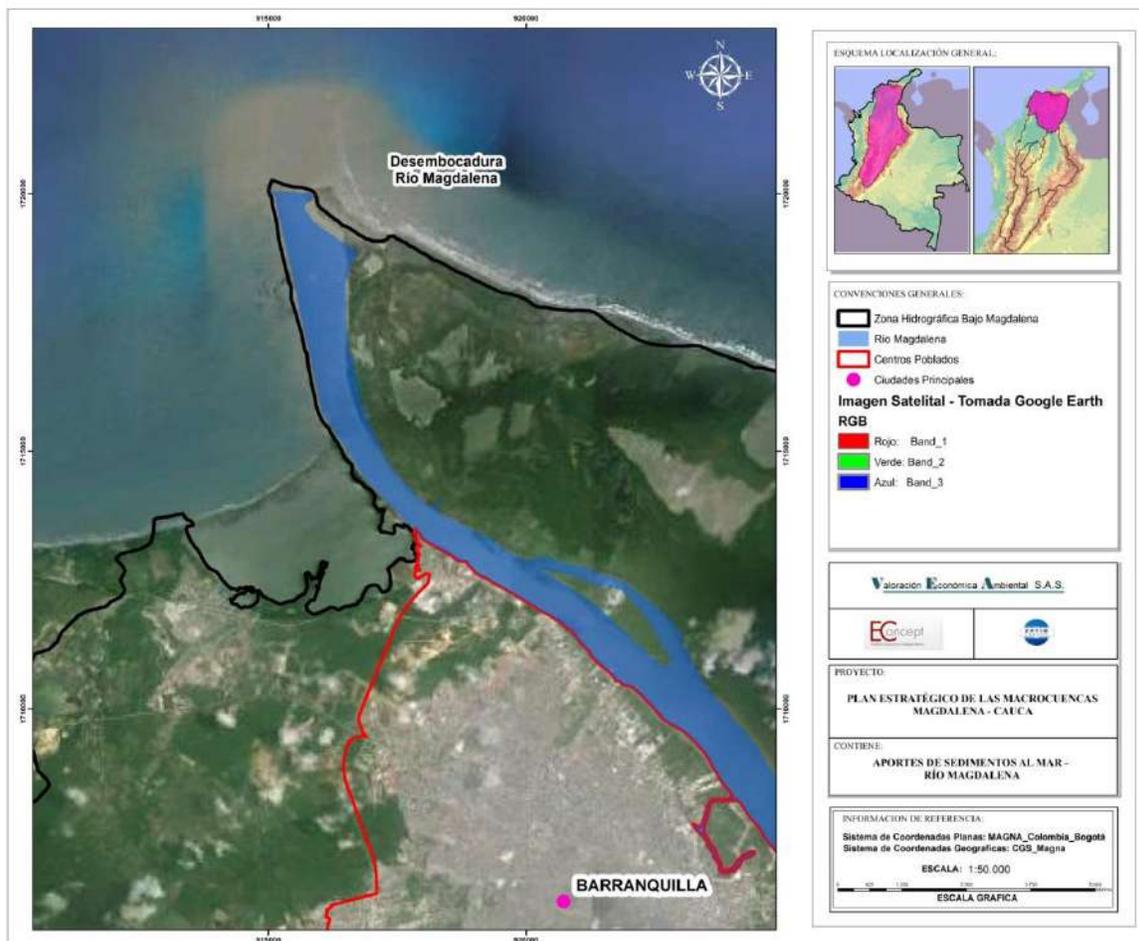
Zona	Río	Descarga de sedimentos (Mt/año)	Porcentaje
Bajo Magdalena	Magdalena	143,90	84,35%
Urabá	Atrato	11,26	6,60%
Urabá	Sinú	6,10	3,58%
Litoral	Canal del Dique	4,76	2,79%
Ranchería	Ranchería	0,10	0,06%
	Otros	14,74	2,62%
Total		180,87	100,00%

Fuente: UT Macrocuencas con base en información del (INVERMAR, 2008)

2.4.10.2.1 Bajo Magdalena

En la zona hidrográfica Bajo Magdalena el río que tiene mayor aporte de sedimentos al mar es el Magdalena con 143,90 Mt/año que corresponden al 84,35% del total de sedimentos que llegan anualmente al mar Caribe. A continuación muestra la desembocadura del río Magdalena.

Ilustración 2.158. Desembocadura del río Magdalena.



Fuente: UT Macrocuencas con base en información del (INVERMAR, 2008)

2.4.11 Seguridad Alimentaria

En esta sección se realiza un análisis de la autosuficiencia de las subzonas hidrográficas, en términos de la dinámica de oferta y demanda de los productos agrícolas de mayor consumo dentro de la canasta familiar, con el fin de determinar en donde existe un relevante déficit o superávit de los mismos. En general la Macrocuena presenta un índice de seguridad alimentaria estable, sin embargo existen subzonas con un índice que indica déficit en la relación oferta-demanda.

Primero se calcula el rendimiento por hectárea en cada una de las subzonas de tal forma que se estime la producción en kilogramos. Paralelamente se estima el consumo per cápita de los principales cultivos de la canasta familiar, el cual es multiplicado por la población obteniendo la demanda.

La utilización de herramientas de análisis de Sistemas de información Geográfica (SIG), da como resultado la creación de mapas con las zonas alimentariamente autosuficientes.

Cálculo de la oferta: Se utilizan los rendimientos totales en kilogramos por hectárea (kg/ha) de cada uno de los principales productos agrícolas a nivel Nacional (Ministerio de Transporte, 2010). La estimación del número de hectáreas por subzonas se hace por medio del mapa de uso de suelos *Corine Land Cover 2008*. Por lo tanto para la producción total se realiza la multiplicación de las hectáreas por los rendimientos de cada cultivo.

Se multiplica el rendimiento de cada cultivo por el número de hectáreas por subzona. Nivel de producción.

$$O_{ij} = ha_i * R_j$$

Dónde,

O_{ij} : Oferta de la subzona i del producto j (kg).

ha_i : Número de hectáreas de la subzona i . Para 145 subzonas.

R_j : Rendimiento del producto j , kilogramos por hectárea (kg/ha).

Cálculo de la demanda: Para obtener la demanda se consulta en diferentes fuentes el consumo per cápita de los principales cultivos de la canasta familiar y se multiplica por la población de cada subzona en el año 2008.

$$D_{ij} = Po_i * CC_j$$

Dónde:

D_{ij} : Demanda de la subzona i del producto j (kg).

Po_i : Población de la subzona i .

CC_j : Consumo per cápita del producto j (kg/persona).

Se calcula la diferencia entre la oferta y la demanda, mostrando el déficit o superávit de producto agrícola, el cual es ponderado por un peso asignado según la encuesta de ingresos y gastos dirigida a los hogares (DANE). Este indicador per cápita muestra el nivel de autosuficiencia de las subzonas.

$$IAA_i = \frac{\sum_{j=1}^{19} (O_{ij} - D_{ij}) * P_j}{\sum_{j=1}^{19} P_j}, \quad i = 1..145$$

$$IAAP_i = \frac{IAA_i}{Po_i}$$

Dónde:

IAA_i : Índice de autosuficiencia alimentaria para la subzona i .

$IAAP_i$: Índice de autosuficiencia alimentaria per cápita para la subzona i .

D_{ij} : Demanda de la subzona i del producto j (kg).

O_{ij} : Oferta de la subzona i del producto j (kg).

P_j : Peso del producto j asignado según la encuesta de ingresos y gastos dirigida a los hogares (DANE, 2007). Se tienen en cuenta 19 productos agrícolas principales.

Po_i : Población de la subzona i .

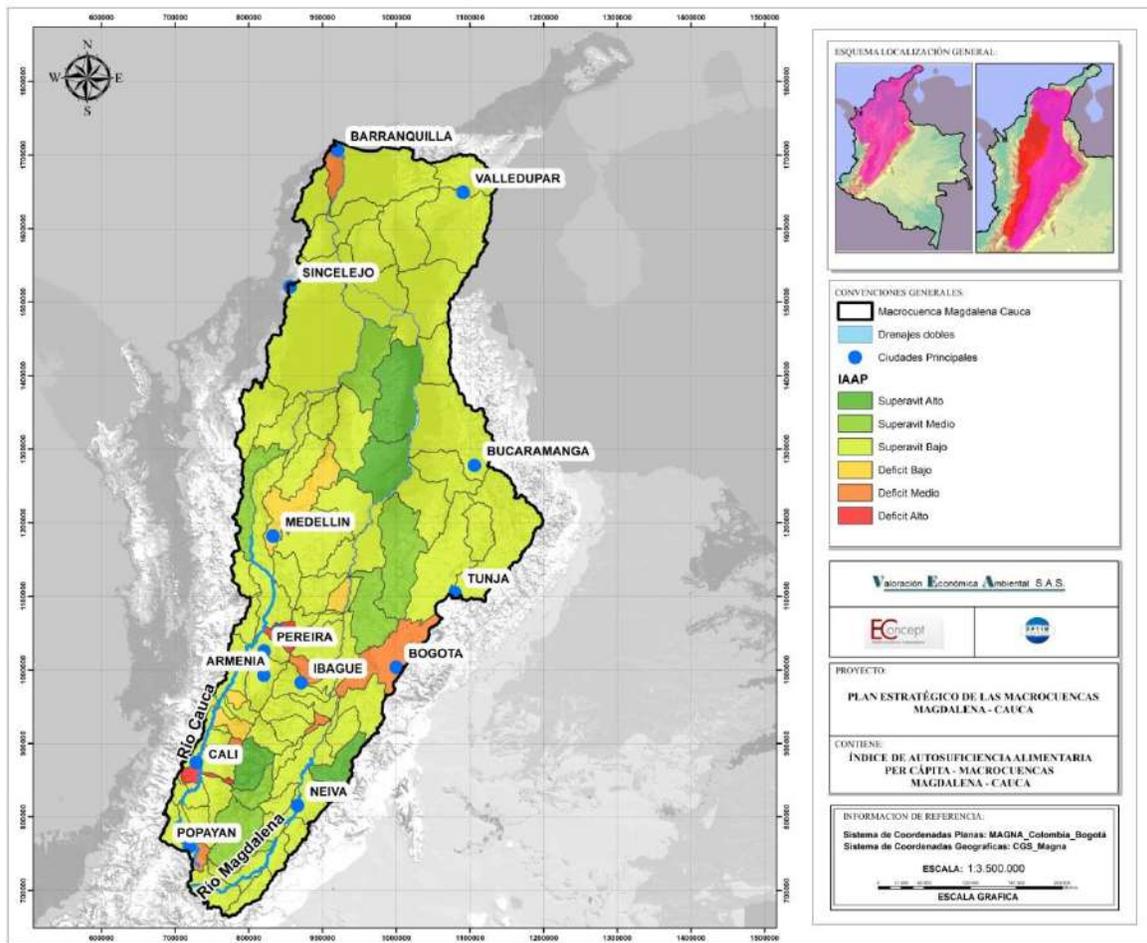
En la siguiente tabla se muestra el Índice de Autosuficiencia Alimentaria per Cápita (IAAP) para las subzonas de la Macrocuena Magdalena Cauca. En la tabla que se muestra a continuación se indica el rango de clasificación del IAAP.

Tabla 2.203. Clasificación del IAAP

Clasificación	Valor del IAAP
Déficit Alto	(-26 a -18,1)
Déficit Medio	(-18 a -9,1)
Déficit Bajo	(-9 a -1)
Superávit Bajo	(1 a 667)
Superávit Medio	(667,1 a 1.330)
Superávit Alto	(1.330,1 a 1.992)

Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 2.159. Índice de Autosuficiencia Alimentaria Per Cápita – Macrocuena Magdalena Cauca

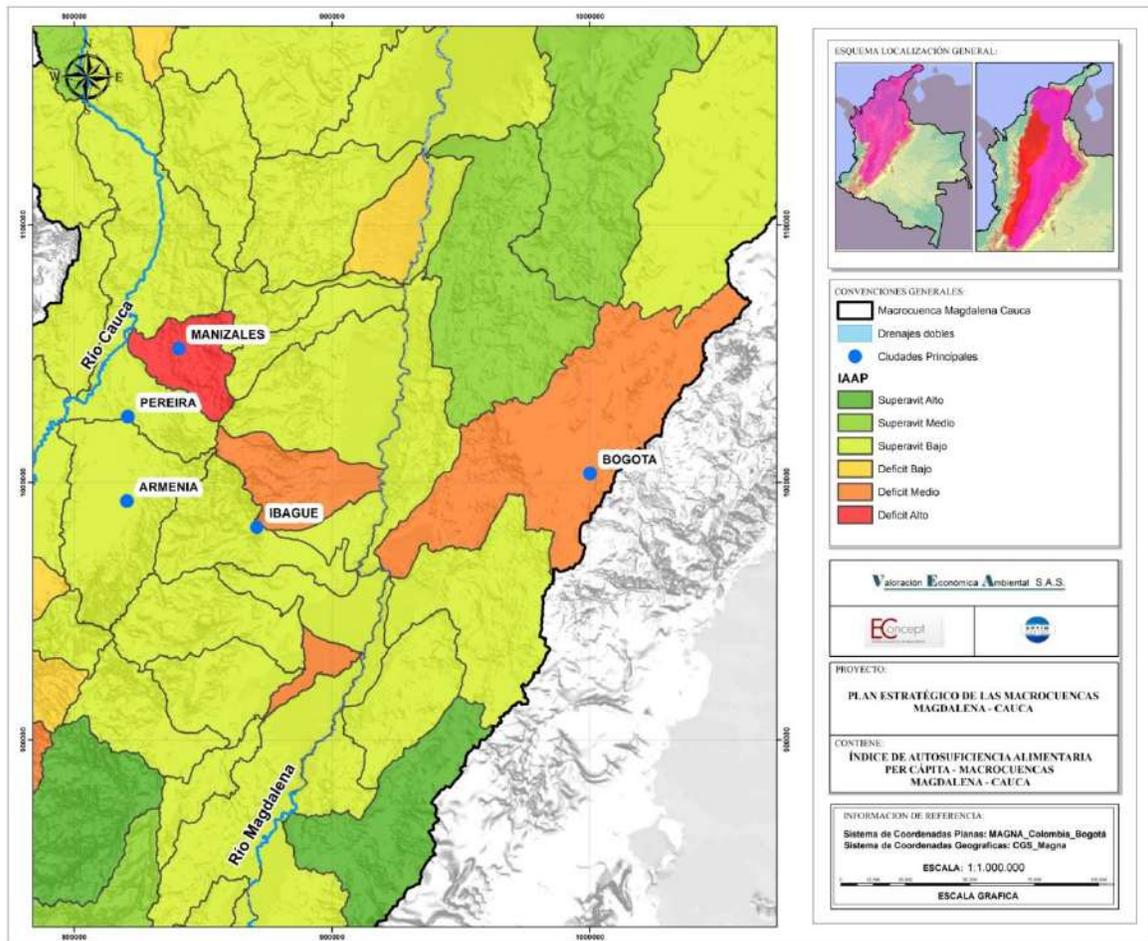


Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información del (DANE, 2005)

Como se puede observar la ilustración anterior, las subzonas para las cuales de acuerdo al IAAP existe un déficit en la relación oferta demanda corresponden a las subzonas en las cuales se encuentran ubicadas las principales ciudades de la Macrocuena Magdalena Cauca, esto ilustra claramente que en dichas subzonas la alta población implica una demanda de alimentos mayor a la producida.

A continuación se presenta un acercamiento a la subzona Río Bogotá., la cual presenta un déficit medio, sin embargo las subzonas que se encuentran alrededor presentan un superávit, lo cual indica que en las subzonas de los alrededores se genera la oferta alimentaria que es demandada en las subzonas con déficit.

Ilustración 2.160. Índice de Autosuficiencia Alimentaria Per Cápita.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

2.4.12 Pesca Artesanal en agua dulce

La evolución en participación en valor agregado del subsector de la pesca en porcentaje para el periodo 1990 – 2011 se presenta a continuación en la Tabla 2.204. Allí se evidencia que la mayor contribución proviene de la Macrocuena Magdalena-Cauca con un 53% del total. En su interior la zona con mayor parte es Alto Cauca en promedio con el 44% para el periodo, con una tendencia decreciente, contrario al total de la Macrocuena que se encuentra en alza jalonada por el aumento de la participación de las zonas Alto Magdalena y Medio Magdalena.

Tabla 2.204. Evolución participación en valor agregado del subsector pesca (%) 1990-2011.

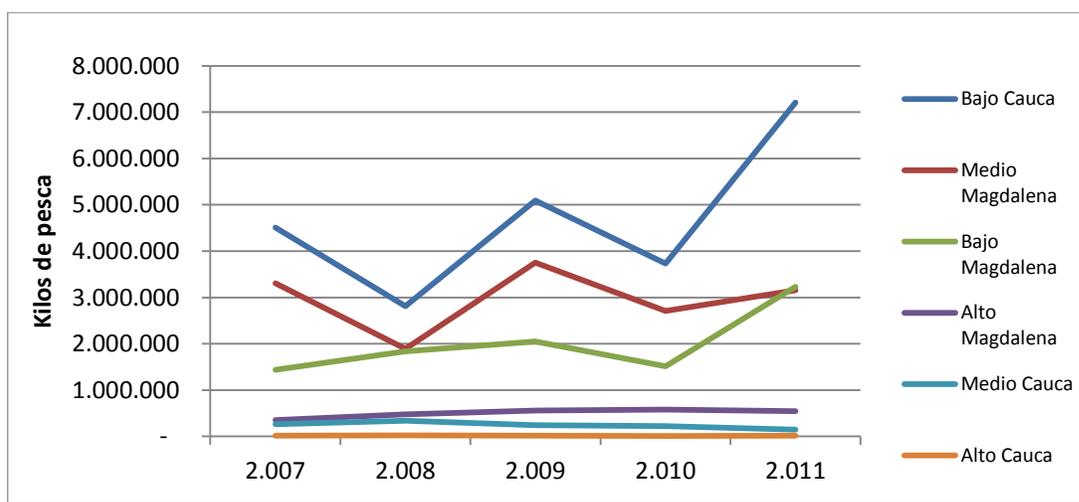
	1990	1995	2000	2005	2011
Alto Magdalena	0.4	2.5	3.8	8.2	10.3
Medio Magdalena	6.5	7.8	8.3	9.3	12.0
Bajo Magdalena	16.8	9.5	4.8	5.7	7.0
Alto Cauca	20.4	26.6	26.0	23.2	19.6
Medio Cauca	0.6	1.3	0.8	0.7	0.9
Bajo Cauca	6.5	4.8	6.2	6.5	7.8
Magdalena-Cauca	51.3	52.5	49.9	53.6	57.7
Catatumbo	0.6	0.2	0.2	0.3	0.3
Guajira	0.9	0.5	0.1	0.2	0.4
Litoral	3.7	1.5	1.4	1.5	1.8
Urabá	2.8	2.2	3.2	1.9	2.9
Caribe	8.0	4.4	4.9	3.9	5.4
Amazonas	9.8	6.0	7.2	6.8	5.9
Orinoco	3.5	3.5	4.1	4.5	5.2
Pacífico	27.3	33.3	33.0	30.3	25.0
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Cálculo UT Macrocuencas con información de (DANE).

En esta sección se presentan indicadores relacionados con la cantidad de pesca por zona y subzona hidrográfica, con el objetivo de identificar las áreas más representativas para esta actividad en la Macrocuenca.

El siguiente indicador que se presenta es la pesca en agua dulce, medida en kilos para el periodo 2007-2011 que se observa en la Ilustración 22. Allí puede verse que pese a la diferencia que existe entre cada año, la tendencia general de la Macrocuenca Magdalena – Cauca es al aumento en la pesca. La zona hidrográfica con mayor número de kilos de pesca es el Bajo Cauca con un promedio anual de 4,7 millones de kilos, seguido por Medio Magdalena con un promedio anual de 2,9 millones de kilos y por Bajo Magdalena alrededor de 2 millones de kilos de pesca en agua dulce.

Ilustración 2.161 Kilos de pesca en agua dulce por zona hidrográfica 2007 – 2011.

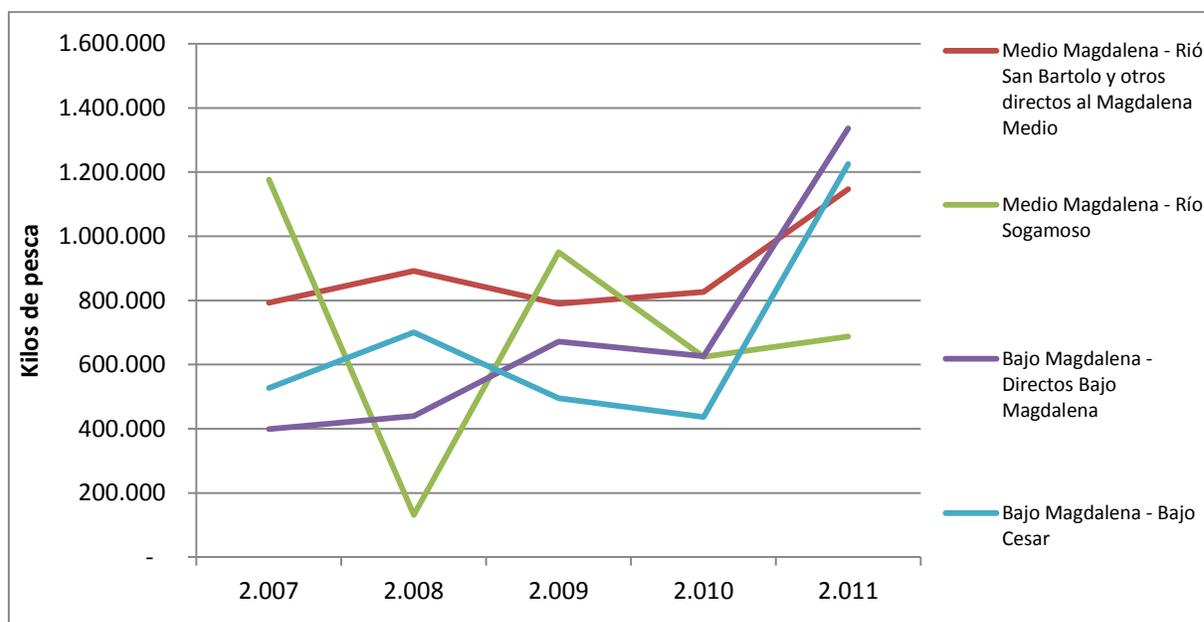


Fuente:

Elaboración UT Macrocuencas con información de (AGRONET)

El comportamiento de la pesca en agua dulce de las zonas hidrográficas se concentra en algunas subzonas hidrográficas de la Macrocuena, en la Ilustración 23 se presentan las cinco subzonas hidrográficas con mayor número de kilos de pesca en agua dulce en el periodo 2007 – 2011. En esta gráfica puede verse que la mayor cantidad se concentra en La Mojana – Bajo San Jorge – Bajo cauca con una tendencia creciente con una marcada diferencia respecto a la siguiente subzona hidrográfica, de más de 3,7 millones de kilos.

Ilustración 2.162 Kilos de pesca en agua dulce principales subzonas hidrográficas 2007 – 2011.



Fuente: Elaboración UT Macrocuencas con información de (AGRONET)

2.4.13 Navegabilidad

En esta sección se presenta un análisis de los factores económicos y sociales más relevantes para el transporte fluvial y la navegabilidad en la Macrocuena Magdalena Cauca. También se tiene en cuenta el marco legal colombiano que regula este sector. Lo anterior permitió identificar la importancia de la actividad fluvial en la Macrocuena, especialmente en las zonas del medio y bajo magdalena.

La actividad de transporte fluvial en la Macrocuena representa uno de los sectores con mayor relevancia para la economía de cada una de las poblaciones aledañas, teniendo en cuenta las actividades económicas, sociales y comerciales que en ellas se desarrollan. Con base en esto, es de resaltar que el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 considera una serie de determinaciones para el mejoramiento y la posible consolidación del transporte fluvial impulsando el transporte de carga, la movilización de pasajeros a través de la red fluvial del país promoviendo la intermodalidad (DNP, 2010). En la red fluvial del país, específicamente en las cuencas de interés del proyecto se analiza que la longitud navegable corresponde alrededor del 35% según las cuencas del Magdalena y del Atrato. Esto se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 2.205. Ríos, lagunas, embalses y represas navegables

PRINCIPALES RIOS	LONGITUD NAVEGABLE (km)			LONGITUD NO NAVEGABLE	TOTAL LONGITUD	
	MAYOR		MENOR			TOTAL
	Permanente	Transitorio	Permanente			
Cuenca del Magdalena	1.188	277	1.305	2.770	1.488	4.258
Magdalena	631	256	205	1.092	458	1.550
Canal del Dique	114	0	0	114	0	114
Cauca	184	0	450	634	390	1.024
Nechí	69	21	45	135	100	235
Cesar	0	0	225	225	187	412
Sinú	80	0	110	190	146	336
San Jorge	110	0	83	193	207	400
Otros	0	0	187	187	0	187
Cuenca del Atrato	1.075	242	1.760	3.077	1.358	4.435
Atrato	508	52	0	560	160	720
San Juan	63	160	127	350	60	410
Baudó	80	0	70	150	30	180
Otros	424	30	1.563	2.017	1.108	3.125
TOTAL NACIONAL	7.063	4.21	6.952	18.225	6.5	24.725

Fuente: Adaptado del (Ministerio de Transporte, 2012)

En este orden de ideas, la navegabilidad de los ríos que se encuentran en las Macrocuencas se ajusta a los ríos Magdalena – Canal del Dique, río Atrato, río Cauca, río Sinú y el río León. En la siguiente tabla se presentan los ríos, lagunas, embalses y represas navegables en las Macrocuencas:

Tabla 2.206. Ríos, lagunas, embalses y represas navegables

Zona hidrográfica	C. Navegable
Alto Magdalena	Embalse de Betania
	Represa de Calima
	Río Magdalena
Bajo Cauca	Río Cauca
	Río Magdalena
Bajo Magdalena	Río Magdalena
Litoral	Río Magdalena - Canal del Dique
Medio Magdalena	Laguna de la Tota
	Río Magdalena
Urabá	Caño Waffe - Río Leon
Urabá	Río Atrato
Urabá	Río Sinú

Fuente: Adaptado del (Ministerio de Transporte, 2009)

De acuerdo con la zona de las Macrocuencas, las autoridades de transporte y tráfico fluvial se encuentran bajo la dirección del Ministerio de Transporte. Según el Decreto No. 2171 de Diciembre 30 de 1992, la autoridad fluvial debe “ejercer la Política del Gobierno Nacional en materia de

transporte, tránsito e infraestructura fluvial; aplicar la regulación, sancionar a los infractores por violaciones a las normas; planear, dirigir y controlar los programas de encauzamiento, dragado, conservación, operación y señalización de las vías fluviales navegables. Dirigir y controlar la administración de los puertos a cargo de la Nación”. Según esto, La Dirección general del transporte fluvial es aquella que ejerce las funciones propias para la autoridad nacional fluvial en cooperación con las Inspecciones Fluviales que son aquellas encargadas de la autoridad fluvial regional.

De igual manera, La Superintendencia de Puertos y Transporte es aquella que ejerce las funciones de inspección, control y vigilancia en materia de infraestructura fluvial. Además de esto, la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena (CORMAGDALENA) tiene como propósitos principales: la recuperación de la navegación y de la actividad pecuaria, la adecuación y conservación de tierras, la generación y distribución de energía.

Las normas actuales y de Icontec que rigen la navegación fluvial son las siguientes:

- Ley 105 de Diciembre 30 de 1993
- Ley 336 de Diciembre 20 de 1996
- Decreto 3112 de Diciembre 30 de 1997
- Norma Técnica Colombiana NTC 4737 Noviembre 24 de 1999
- Norma Técnica Colombiana NTC 4738 Noviembre 24 de 1999
- Norma Técnica Colombiana NTC 4740 Noviembre 24 de 1999

Es de destacar que la ley 1242 del 5 de Agosto de 2008 es la que establece el Código Nacional de Navegación y Actividades portuarias fluviales imprescindible para la regulación del sector.

Entre los aspectos económicos y empresariales en las cuencas de interés se presenta que el transporte de carga en la cuenca magdalena es del 53% y el transporte de pasajeros es del 47%. En el caso de la cuenca del Atrato se observa que solo existe transporte de pasajeros para un total de 2 empresas:

Tabla 2.207. Empresas por tipo de transporte fluvial en cuencas de interés

Cuenca Fluvial	Transporte de Carga	Transporte de Pasajeros	Total empresas
Magdalena	35	31	66
Atrato	0	2	2
Total Nacional	77	48	125

Fuente: Adaptado del (Ministero de Transporte, 2009)

Es de destacar que las principales compañías de transporte de carga y de pasajeros por el río magdalena se encuentran alojadas en la ciudad de Barranquilla y Barrancabermeja según (CORMAGDALENA, 2010). En base lo anterior, se presentan algunos indicadores técnicos que describen la situación de las empresas fluviales por el río Magdalena:

Tabla 2.208. Carga promedio por producto según producto

Producto	Origen	Destino	Promedio	Unidad
Combustibles	Barrancabermeja	Cartagena	1.000.000	Ton/año
	Cartagena	Barrancabermeja	300.000	Ton/año
	Barrancabermeja	Barranquilla	27.000	Ton/año
Carbón	Tamalameque	Cartagena	1.000.000	Ton/año
Abonos	Barranquilla	Barrancabermeja	40.000	Ton/año
	Cartagena	Barrancabermeja	20.000	Ton/año
Cemento- Clinker-Yeso	Barranquilla	Puerto Nare	15.000	Ton/año
	Puerto Nare	Barranquilla	15.000	Ton/año
	Barranquilla	Puertos Intermedios	15.000	Ton/año
Granos	Barranquilla	Barrancabermeja	20.000	Ton/año

Fuente: (CORMAGDALENA)

Según el indicador mostrado en la tabla anterior, se analiza que las cantidades que más se transportan de producto al año por el río Magdalena son los Combustibles y el carbón considerando su ciudad como Origen-Destino la ciudad de Cartagena. A continuación, se presentan los tiempos de carga por Origen – Destino de productos:

Tabla 2.209. Tiempo de carga por Origen - Destino

Origen	Destino	Origen	Actual (días)	Estimado (días)	Reducción %
Cartagena	Barrancabermeja	Cartagena	9	7	22,22
Cartagena	Tamalameque	Cartagena	6	4	33,33
Barranquilla	Barrancabermeja	Barranquilla	9	7	22,22
Puerto Nare	Barranquilla	Puerto Nare	18	8,5	52,78

Fuente: (CORMAGDALENA)

Teniendo en cuenta la Tabla 2.209, se observa que el mayor tiempo de carga Origen – Destino lo presenta el corredor fluvial Puerto Nare – Barranquilla con 18 días mientras que el menor tiempo de carga es la red fluvial de Cartagena - Tamalameque con 6 días.

Un análisis estadístico con robustez y profundidad se realiza mediante la base estadística del Ministerio de Transporte del anuario estadístico fluvial del 2009. Con base en esto, el transporte de pasajeros por subzona hidrográfica se presenta de la siguiente manera:

Tabla 2.210. Transporte de pasajeros al año según zona hidrográfica Macrocuenca Magdalena - Cauca

Zona Hidrográfica	Entra	%	Sale	%
Alto Magdalena	315.286,00	23,21%	315.286,00	22,30%
Medio Magdalena	486.737,00	35,84%	503.745,00	35,63%
Bajo Magdalena	205.516,00	15,13%	245.520,00	17,36%
Bajo Cauca	350.613,00	25,82%	349.463,00	24,71%
Total general	1.358.152,00	100,00%	1.414.014,00	100,00%

Fuente: UT Macrocuencas

De lo anterior se puede observar que la mayor cantidad de transporte de pasajeros se presenta en el medio magdalena con un total de 486.737 pasajeros al año que entran. La cantidad de pasajeros transportados por la Macrocuena es de 1.358.152,00 pasajeros al año que entran. Para el caso del transporte de carga se observa lo siguiente según zona hidrográfica de la Macrocuena:

Tabla 2.211. Transporte de carga (Toneladas) según zona hidrográfica Macrocuena Magdalena - Cauca

Zona Hidrográfica	Entra	%	Sale	%
Alto Magdalena	2.424,00	0,39%	3.173,00	0,25%
Medio Magdalena	423.999,00	68,28%	1.165.997,00	92,50%
Bajo Magdalena	186.970,00	30,11%	72.067,00	5,72%
Bajo Cauca	7.603,00	1,22%	19.327,00	1,53%
Total general	620.996,00	100,00%	1.260.564,00	100,00%

Fuente: UT Macrocuencas

En la Tabla 2.211 se analiza que la mayor cantidad de transporte de carga se presenta en el medio magdalena con un total de 423.999 toneladas al año que entran. La cantidad de carga transportada por la Macrocuena es de 620.996 toneladas al año que entran. Asimismo, el transporte de carga que sale al año por la Macrocuena es de 1.260.564 toneladas. Entre los productos de carga se encuentran combustibles, derivados del petróleo, gases, carbón, cemento, materiales de construcción, alimentos, abonos, maderas, papel, maquinaria, manufacturas, ganado, hierro y acero, entre otros. La distribución en la participación de cada producto se presenta a continuación:

Tabla 2.212. Participación por producto en el transporte de carga en la Macrocuena

Producto	Entra	Sale	%
A.C.P.M.	238.563,00	155.282,00	7,0%
Abonos	5.101,00	23.784,00	0,5%
Aceite Vegetal	0,00	0,00	0,0%
Agrícolas	1.717.212,00	1.888,00	30,4%
Asfalto	0,00	0,00	0,05%
Bebidas	1.834,00	1.514,00	0,1%
Carbón Mineral	14.395,00	39.171,00	0,9%
Cemento	12.999,00	6.230,00	0,3%
Combustóleo	888.317,00	870.095,00	31,1%
Construcción	568,00	492,00	0,01%
Diluyentes	3,00	0,00	0,0%
Envases	420,00	791,00	0,02%
Ganado	14.645,00	45.225,00	1,1%
Gases	14.667,00	19.614,00	0,6%
Gasóleo	0,00	0,00	0,0%
Gasolina	37.649,00	10.699,00	0,9%
Hierro Y Acero	52,00	14.896,00	0,3%

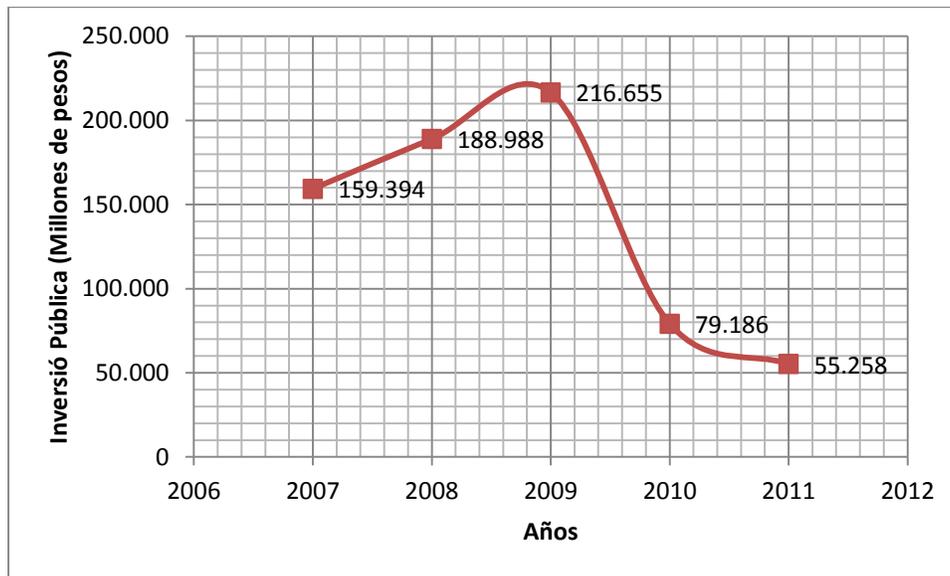
Producto	Entra	Sale	%
Lubricantes	12,00	0,00	0,0%
Maderas	106.740,00	119.428,00	4,0%
Manufacturas	7.269,00	345,00	0,1%
Maquinaria (Vehículos)	52.493,00	58.802,00	2,0%
Maquinaria	23.023,00	8.308,00	0,6%
Metal Mecánica	0,00	2.258,00	0,04%
Minerales	0,00	41.172,00	0,7%
Nafta Virgen	287.279,00	297.908,00	10,4%
Otros Deriv-Petroleo	34.408,00	116.889,00	2,7%
Otros	80.150,00	129.472,00	3,7%
Papel	3.068,00	131.307,00	2,4%
Pescado	1.192,00	1.050,00	0,03%
Víveres	5.329,00	6.443,00	0,2%
Total general	3.547.388,00	2.103.063,00	100,0%

Fuente: UT Macrocuencas, Adaptado del (Ministero de Transporte, 2009)

Los productos más transportados por la Macrocuena son Combustóleo, Agrícolas, Nafta Virgen y el ACPM. Sin embargo, los productos que menos se transportan son el Asfalto, el Aceite Vegetal, los Diluyentes y los Lubricantes.

Las inversiones en materia de transporte fluvial en los últimos años se han venido incrementando debido a la importancia de la competitividad global en infraestructura. El Gobierno Nacional ha concentrado esfuerzos en diversos proyectos de recuperación y mejoramiento de los ríos para la navegabilidad tales como: La recuperación de la navegabilidad del Río Magdalena, El proyecto de recuperación de la navegabilidad del Río Meta y los distintos proyectos relacionados con el Canal del Dique. En la siguiente gráfica se puede observar la inversión pública en el sector fluvial:

Ilustración 2.163. Inversión Pública a precios corrientes en Infraestructura Fluvial



Fuente: UT Macrocuenas

En la Ilustración 2.163 se analiza que el mayor año de inversión es en el 2009 con \$ 216.655 millones de pesos colombianos a precios corrientes. La variación en dicho año es del 2,58% considerando la inversión pública en el año 2008. La menor inversión pública se presenta en el año 2011 con \$ 55.258 millones de pesos colombianos a precios corrientes y su variación es de 1,63%.

2.4.14 Riesgo Asociado al Recurso Hídrico

En esta sección se presenta el riesgo asociado al recurso hídrico para la Macrocuena Magdalena-Cauca. Dentro del análisis se tuvo en cuenta el posible efecto que el Cambio Climático tendrá sobre el recurso, así como el riesgo desastres como inundación, deslizamiento y avalanchas.

El análisis del posible efecto del cambio climático incluye proyecciones de las variables temperatura, precipitación y oferta hídrica disponible, las cuales muestran comportamientos diferenciados (aumentos o reducciones) de acuerdo a su ubicación dentro de la Macrocuena.

En análisis del riesgo por desastres asociados al agua se realizó a partir de información del (DANE, 2011), teniendo en cuenta el número de hogares afectados por la emergencia invernal para cada una de las zonas y subzonas hidrográficas.

2.4.14.1 Cambio Climático.

Para la predicción de las variables precipitación y temperatura en la Macrocuena Magdalena – Cauca, se utilizó la información del portal “GCM” desarrollado por el Programa de Investigación en Cambio Climático, agricultura y seguridad alimentaria (Ramirez & Jarvis, 2008). Dicho portal permite descargar información resultante de la implementación de diferentes modelos de predicción climática para cada uno de los diferentes escenarios de emisiones propuestos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2000). En este caso específico se utilizó el modelo HadCM3 con una resolución de 2,5 minutos y para el escenario A1B, para la predicción de las variables temperatura y precipitación.

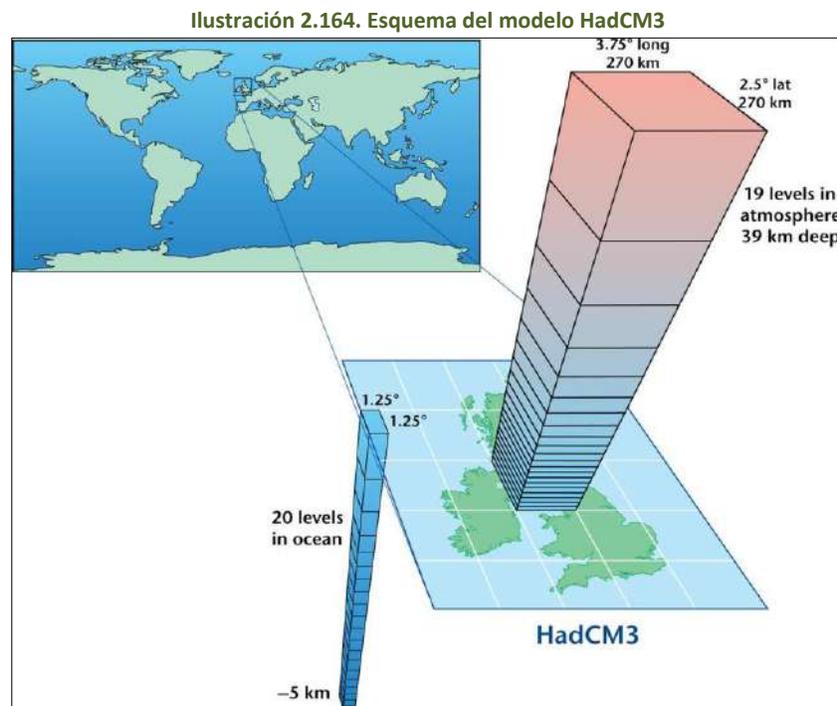
HadCM3 (Hadley Centre Coupled Model) es un modelo de predicción climática desarrollado por el centro de investigación en cambio climático de “The Met Office Hadley Centre” del Reino Unido. Se trata de un modelo acoplado atmosfera-océano. El modelo a sino ampliamente implementado a nivel mundial por entidades como el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático).

A continuación se presentan las características principales del modelo:

- La resolución atmosférica del modelo dispone de 19 niveles con una resolución de 2,5 x 3,5° que corresponden a un total de 96 x 73 celdas de la malla (Ver Ilustración 2.164).
- Representa explícitamente efectos de los gases como el CO₂, el vapor de agua y el ozono e incluye una simple parametrización para los aerosoles.
- Incluye la representación de las aguas que se congelan y se funden.
- En cuanto a la evaporación, se incluye una dependencia de la resistencia estomatal sobre la temperatura, la presión y la concentración de CO₂.
- El albedo en la superficie es función del espesor de la nieve, del tipo de vegetación y de la temperatura alrededor de la nieve y el hielo.
- El modelo también incluye explícitamente las corrientes bajas y el impacto de la convección sobre el momento.
- Permite modelar efectos como la anisotropía orográfica, las corrientes estáticas, los flujos obstruidos y el estancamiento de las ondas de Lee.

- La componente atmosférica permite la emisión, el transporte, la oxidación y el vertido de las componentes sulfúricas de manera opcional, lo que permite simular escenarios con aerosoles sulfúricos.
- La componente oceánica del HadCM3 dispone de 20 niveles con una resolución de 1,25 x 1,25° (Ver Ilustración 2.164), lo que hace posible la representación de importantes detalles de corrientes oceánicas y sus estructuras. También muestra un esquema de difusión adiabática y no aparecen direcciones de difusión explícitas.
- Cerca de la superficie la mezcla vertical está parametrizada a partir de los esquemas de Kraus-Turner i de la K-theory, que son esquemas para las direcciones de la capa de mezcla y el momento respectivamente.
- El modelo usa un modelo termodinámico para el mar congelado donde se incluye la cobertura de nieve.

(Bordoy, Ferrer, Garcies, Lirola, & Molinos, 2006)



Fuente: (UK Climate Projections, 2012)

De acuerdo con el IPCC, los escenarios de tipo A1 describen un mundo futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidad y el aumento de las interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante. Específicamente el escenario **A1B** adicionalmente asume que se realizara una utilización equilibrada de todo tipo de fuentes de energía.

Los resultados obtenidos de precipitación y temperatura, y sus respectivos cambios proyectados entre los años 2000 y 2050 se utilizaron como variables de entrada en el cálculo de la oferta hídrica disponible.

Utilizando las ecuaciones que se muestran a continuación tomadas del ENA-1010 y (Gardner, 2009), se determinó el cambio en la escorrentía y posteriormente teniendo en cuenta las áreas de cada subzona se determinó el cambio en la oferta hídrica disponible.

$$dE = \exp\left(\frac{-ETP}{P}\right) * \left(1 + \frac{ETP}{P}\right) * dP - \left[5.444 * 10^{10} * \exp\left(\frac{-ETP}{P}\right) * \exp\left(\frac{-4620}{T_k}\right) * T_k^{-2}\right] * dT_k \quad (1)$$

$$ETP = 1,2 * 10^{10} * \exp\left(\frac{-4620}{T_k}\right) \quad (2)$$

Dónde:

dE = Cambio en la escorrentía

ETP = Evapotranspiración Potencial

T_k = Temperatura

dT_k = Cambio en la temperatura en grados Kelvin

P = Precipitación

dP = Cambio en la precipitación

A continuación se muestran los resultados para cada una de las zonas hidrográficas:

2.4.14.1.1 Alto Magdalena

2.4.14.1.1.1 Temperatura

En la Tabla 2.213 se muestran las proyecciones de temperatura media mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que el cambio de temperatura entre los años 2000 y 2050 para las diferentes subzonas pertenecientes a la zona hidrográfica del Alto Magdalena se encuentra en un rango entre 2,56 y 2,95°C.

Tabla 2.213. Proyecciones de temperatura subzonas hidrográficas Alto Magdalena

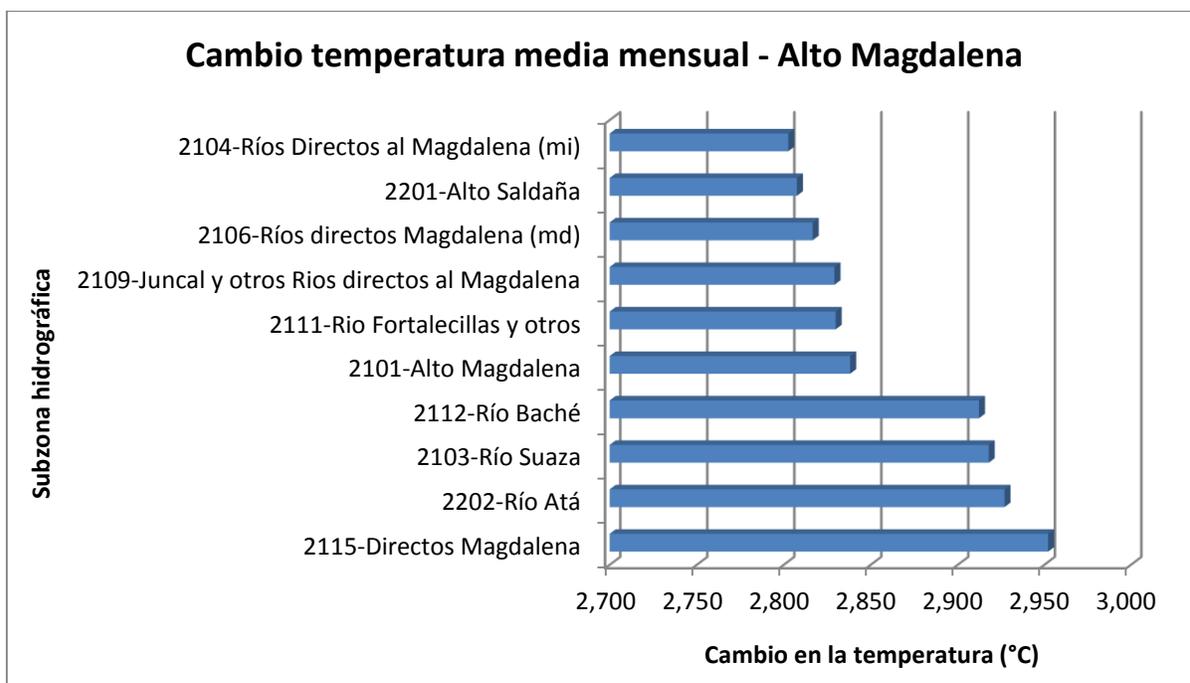
Subzona	Temp 2000 (°C)	Temp 2020 (°C)	Temp 2030 (°C)	Temp 2040 (°C)	Temp 2050 (°C)	Δ Temp 2000-2050 (°C)
2115-Directos Magdalena	25,34	28,29	27,18	27,73	28,29	2,95
2202-Río Atá	14,19	17,12	15,99	16,56	17,12	2,93
2103-Río Suaza	19,18	22,10	20,91	21,50	22,10	2,92
2112-Río Baché	21,75	24,66	23,51	24,07	24,66	2,91
2101-Alto Magdalena	15,17	18,01	16,85	17,42	18,01	2,84

Subzona	Temp 2000 (°C)	Temp 2020 (°C)	Temp 2030 (°C)	Temp 2040 (°C)	Temp 2050 (°C)	Δ Temp 2000-2050 (°C)
2111-Río Fortalecillas y otros	22,94	25,77	24,64	25,20	25,77	2,83
2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena	26,19	29,02	27,89	28,45	29,02	2,83
2106-Ríos directos Magdalena (md)	19,94	22,75	21,60	22,18	22,75	2,82
2201-Alto Saldaña	13,20	16,01	14,89	15,44	16,01	2,81
2104-Ríos Directos al Magdalena (mi)	18,90	21,71	20,56	21,13	21,71	2,80
2105-Río Páez	14,52	17,30	16,16	16,73	17,30	2,78
2102-Río Timaná y otros directos al Magdalena	21,12	23,89	22,75	23,32	23,89	2,77
2119-Río Sumapaz	16,18	18,95	17,85	18,39	18,95	2,77
2110-Río Neiva	19,42	22,18	21,03	21,60	22,18	2,77
2120-Río Bogotá	15,12	17,86	16,75	17,29	17,86	2,74
2114-Río Cabrera	17,68	20,42	19,29	19,85	20,42	2,74
2113-Río Aipe y otros directos al Magdalena	24,52	27,25	26,14	26,69	27,25	2,73
2207-Río Cucuana	16,90	19,62	18,55	19,08	19,62	2,73
2108-Río Yaguará	21,71	24,44	23,30	23,87	24,44	2,73
2208-Bajo Saldaña	27,82	30,52	29,44	29,98	30,52	2,71
2123-Río Seco y otros Directos al Magdalena	24,65	27,34	26,28	26,80	27,34	2,70
2204-Río Amoyá	16,07	18,76	17,66	18,21	18,76	2,68
2206-Río Tetuán	23,11	25,77	24,67	25,22	25,77	2,66
2203-Medio Saldaña	24,35	27,01	25,88	26,44	27,01	2,66
2122-Río Opía	26,24	28,89	27,82	28,35	28,89	2,65
2118-Río Luisa y otros directos al Magdalena	25,89	28,50	27,44	27,96	28,50	2,61
2121-Río Coello	16,43	19,02	17,96	18,49	19,02	2,59
2124-Río Totaré	17,86	20,44	19,38	19,91	20,44	2,58
2125-Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	21,15	23,72	22,66	23,18	23,72	2,57
2116-Río Prado	22,38	24,94	23,84	24,38	24,94	2,56

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.165 se muestra el cambio de temperatura media mensual entre los años 2000 y 2050 para las 10 subzonas hidrográficas con un mayor cambio en la temperatura en dicho periodo de tiempo en la zona hidrográfica del Alto Magdalena. Las subzonas hidrográficas con mayores cambios en la temperatura media mensual (mayores a 2,9°C) son 2115-Directos al Magdalena, 2002-Río Atá, 2103-Río Suaza y 2112-Río Baché.

Ilustración 2.165. Cambio temperatura media mensual (2000-2050) zona hidrográfica Alto Magdalena



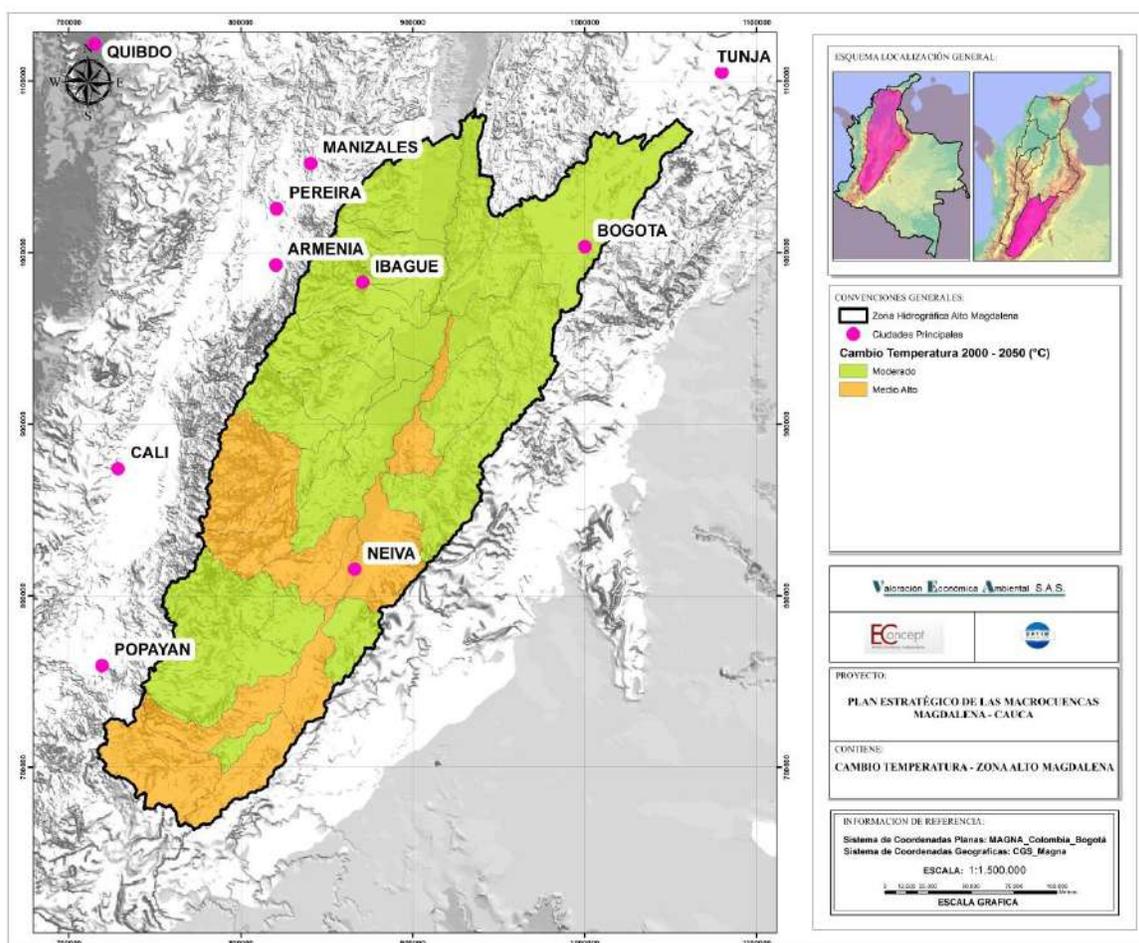
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la siguiente tabla se muestran los rangos establecidos para los cambios de temperatura media mensual de acuerdo a los resultados obtenidos para toda la Macrocuena.

Δ Temperatura (°C)	Clasificación
2-2,39	Bajo
2,4-2,79	Moderado
2,8-3,19	Medio Alto
3,2-3,59	Alto

En la Ilustración 2.166 se puede observar la distribución por rangos en el área de la zona hidrográfica Alto Magdalena, mostrando que los cambios de temperatura en la zona se encuentran clasificados como moderados o medio altos.

Ilustración 2.166. Mapa Cambio temperatura zona hidrográfica Alto Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.1.2 Precipitación

En lo referente a la precipitación, en la Tabla 2.214 se puede observar las proyecciones de la precipitación mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que el cambio de en la precipitación entre los años 2000 y 2050 para las diferentes subzonas pertenecientes a la zona hidrográfica del Alto Magdalena varía entre 14,55 mm/mes y 41,20 mm/mes en los casos más drásticos. .

Tabla 2.214. Proyecciones de precipitación mensual (mm/mes) de subzonas hidrográficas Alto Magdalena

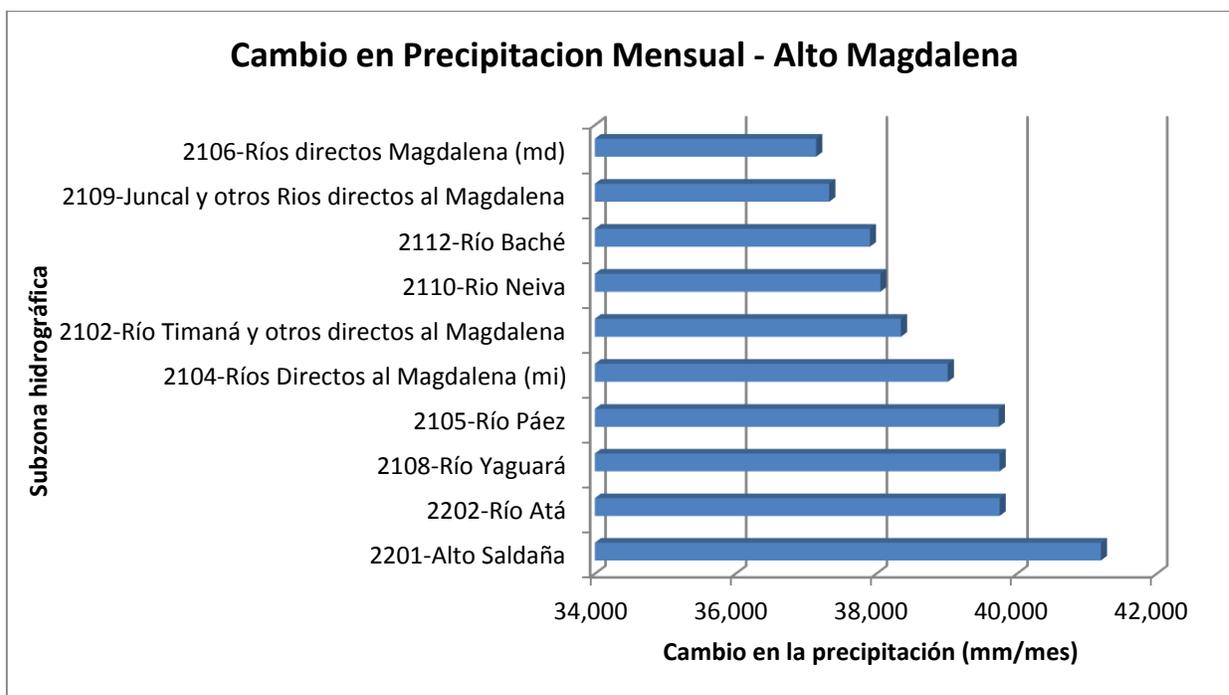
Subzona hidrográfica	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2115-Directos Magdalena	162,12	164,06	169,84	172,67	29,76	21%
2202-Río Atá	204,93	210,95	215,86	218,00	39,76	22%
2103-Río Suaza	172,09	178,13	181,85	184,10	34,27	23%
2112-Río Baché	174,44	180,49	185,16	187,21	37,91	25%

Subzona hidrográfica	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2101-Alto Magdalena	174,51	180,81	184,51	187,05	34,33	22%
2111-Río Fortalecillas y otros	142,88	147,92	152,52	154,75	35,19	29%
2109-Juncal y otros Ríos directos al Magdalena	140,00	145,83	150,33	152,21	37,33	32%
2106-Ríos directos Magdalena (md)	156,09	162,91	166,76	168,74	37,15	28%
2201-Alto Saldaña	206,71	211,46	216,97	219,54	41,20	23%
2104-Ríos Directos al Magdalena (mi)	156,65	163,64	167,36	169,54	39,02	30%
2105-Río Páez	172,47	179,76	183,81	185,95	39,74	27%
2102-Río Timaná y otros directos al Magdalena	143,47	150,18	154,00	156,12	38,35	33%
2119-Río Sumapaz	129,63	128,27	134,41	137,83	22,70	20%
2110-Río Neiva	161,88	168,30	172,34	174,42	38,06	28%
2120-Río Bogotá	95,66	91,71	97,79	101,21	14,55	17%
2114-Río Cabrera	145,60	148,33	153,55	156,30	29,88	24%
2113-Río Aipe y otros directos al Magdalena	189,03	192,65	198,20	200,70	35,24	21%
2207-Río Cucuana	153,67	154,14	161,30	164,33	30,10	22%
2108-Río Yaguará	161,31	168,31	172,40	174,29	39,76	30%
2208-Bajo Saldaña	144,21	145,00	151,47	154,53	28,74	23%
2123-Río Seco y otros Directos al Magdalena	140,60	137,27	144,61	147,82	18,18	14%
2204-Río Amoyá	191,78	194,46	200,87	203,63	32,97	19%
2206-Río Tetuán	182,36	184,18	190,61	193,50	31,20	19%
2203-Medio Saldaña	218,54	222,40	228,03	230,60	36,01	19%
2122-Río Opía	129,32	127,76	135,00	138,24	23,88	21%
2118-Río Luisa y otros directos al Magdalena	146,22	145,92	152,88	156,00	27,57	21%
2121-Río Coello	155,99	154,93	162,56	165,75	26,00	19%
2124-Río Totaré	158,24	156,19	163,85	167,12	23,88	17%
2125-Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	171,82	168,59	176,38	179,55	20,90	13%
2116-Río Prado	172,49	173,14	179,15	182,27	26,37	17%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.167 se muestra el cambio en la precipitación mensual entre los años 2000 y 2050 para las 10 subzonas hidrográficas con un mayor cambio en dicho periodo de tiempo en la zona hidrográfica del Alto Magdalena. La subzona hidrográfica con un mayor cambio en la precipitación mensual es 2201-Alto Saldaña con un cambio de 41,20 mm/mes.

Ilustración 2.167. Cambio (2000-2050) en la precipitación mensual en la zona hidrográfica Alto Magdalena



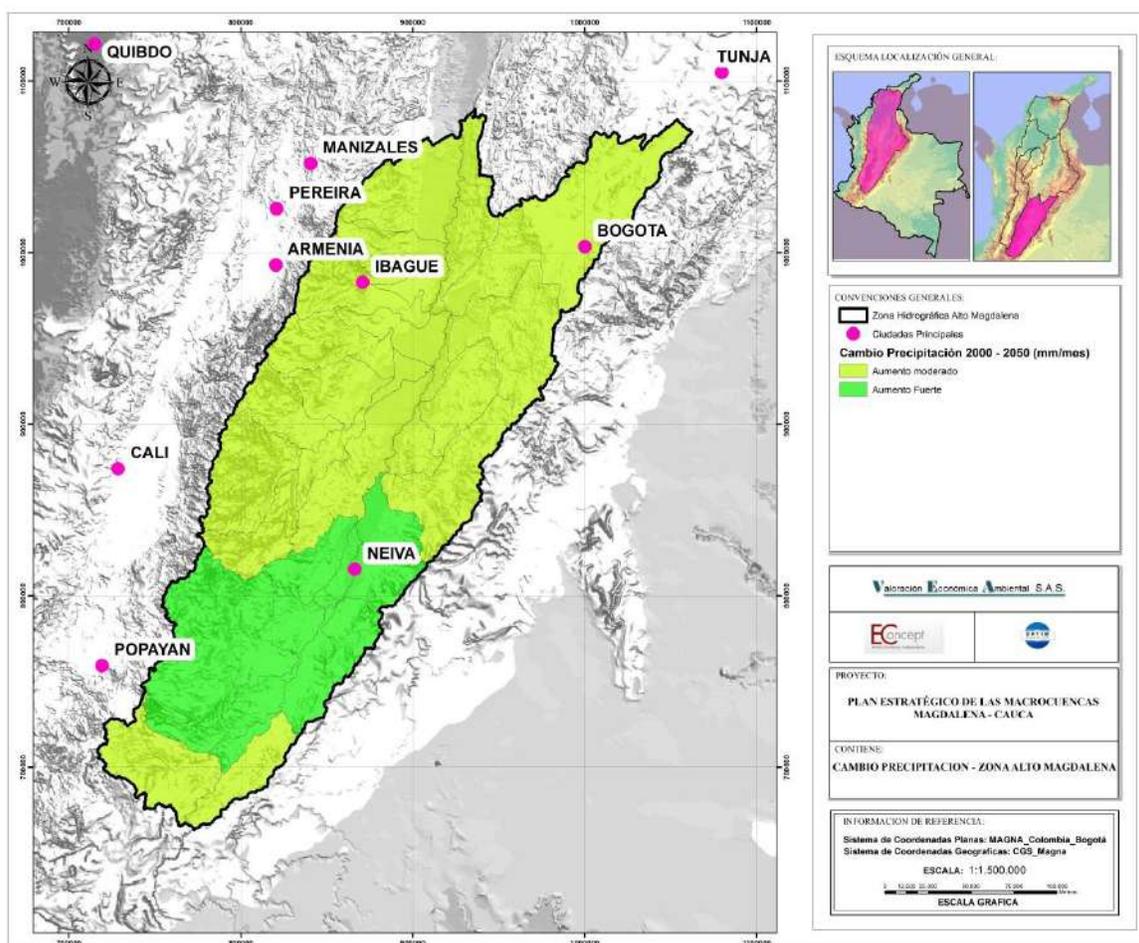
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

Con el objetivo de representar en un mapa el cambio en la oferta hídrica disponible se clasificaron los porcentajes de cambio (Tabla 2.214) según se muestra a continuación:

% Δ en la precipitación mensual	Clasificación
-40% a -25,01%	Reducción fuerte
-25% a -10,01%	Reducción moderada
-10% a 9,99%	Similar actual
10% a 24,99%	Aumento Moderado
25% a 40%%	Aumento Fuerte

En la Ilustración 2.168 se puede observar la distribución por rangos en el área de la zona hidrográfica Alto Magdalena, dentro de los cuales se encuentran aumentos moderados y fuertes en la precipitación mensual.

Ilustración 2.168. Mapa Cambio en la Precipitación Mensual zona hidrográfica Alto Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.1.3 Oferta hídrica disponible

El cambio en la oferta hídrica disponible (OHD) para la zona hidrográfica del Alto Magdalena es positivo para todas las subzonas, es decir que se presenta un aumento en la OHD. Los cambios van desde un 2% (2118-Río Luisa y otros directos al Magdalena), hasta un 61% (2201-Alto Saldaña). Los valores para cada subzona se presentan a continuación:

Tabla 2.215. Cambio en la Oferta Hídrica Disponible en la zona hidrográfica Alto Magdalena

Subzona Hidrográfica	Cambio ODH (Mmc)	%Cambio OHD
2201-Alto Saldaña	869	61%
2110-Río Neiva	262	61%
2202-Río Atá	475	58%
2105-Río Páez	1.587	55%
2106-Ríos directos Magdalena (md)	262	52%

Subzona Hidrográfica	Cambio ODH (Mmc)	%Cambio OHD
2108-Río Yaguará	224	52%
2112-Río Baché	264	51%
2104-Ríos Directos al Magdalena (mi)	391	48%
2111-Río Fortalecillas y otros	393	47%
2204-Río Amoyá	341	46%
2113-Río Aipe y otros directos al Magdalena	506	45%
2203-Medio Saldaña	160	45%
2102-Río Timaná y otros directos al Magdalena	83	43%
2101-Alto Magdalena	621	42%
2207-Río Cucuana	359	41%
2109-Juncal y otros Rios directos al Magdalena	71	40%
2114-Río Cabrera	512	40%
2103-Río Suaza	304	39%
2206-Río Tetuán	241	36%
2116-Río Prado	229	31%
2124-Río Totaré	195	30%
2119-Río Sumapaz	376	29%
2121-Río Coello	298	25%
2208-Bajo Saldaña	39	24%
2125-Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	259	20%
2122-Río Opía	45	18%
2120-Río Bogotá	333	17%
2123-Río Seco y otros Directos al Magdalena	96	13%
2115-Directos Magdalena	134	11%
2118-Río Luisa y otros directos al Magdalena	123	2%

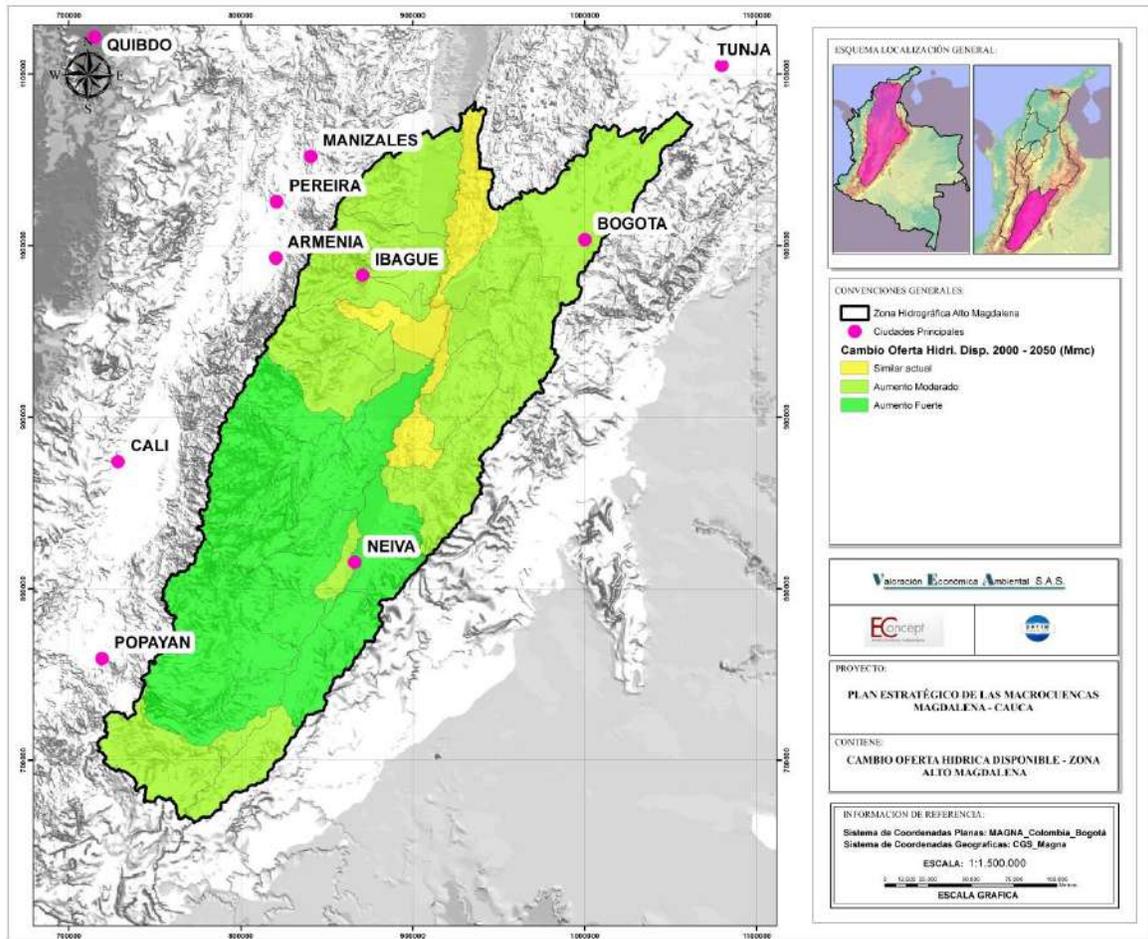
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

Para la representación en un mapa del cambio en la oferta hídrica disponible se clasificaron los valores según se muestra a continuación:

% Cambio OHD	Clasificación
<-45,01	Reducción fuerte
-45 a -15,01	Reducción moderada
-15 a 14,99	Similar actual
15 a 44,99	Aumento Moderado
>45	Aumento Fuerte

En la siguiente ilustración se muestra el mapa con el cambio en la oferta hídrica disponible; se presentan ofertas similares a la actual y aumentos moderados y fuertes.

Ilustración 2.169. Mapa Oferta Hídrica Disponible para la zona hidrográfica Alto Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.2 Medio Magdalena

2.4.14.1.2.1 Temperatura

En la Tabla 2.216 se muestran las proyecciones de temperatura media mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que el cambio de temperatura entre los años 2000 y 2050 para las diferentes subzonas pertenecientes a la zona hidrográfica del Alto Magdalena se encuentra en un rango entre 2,41 y 3,42°C.

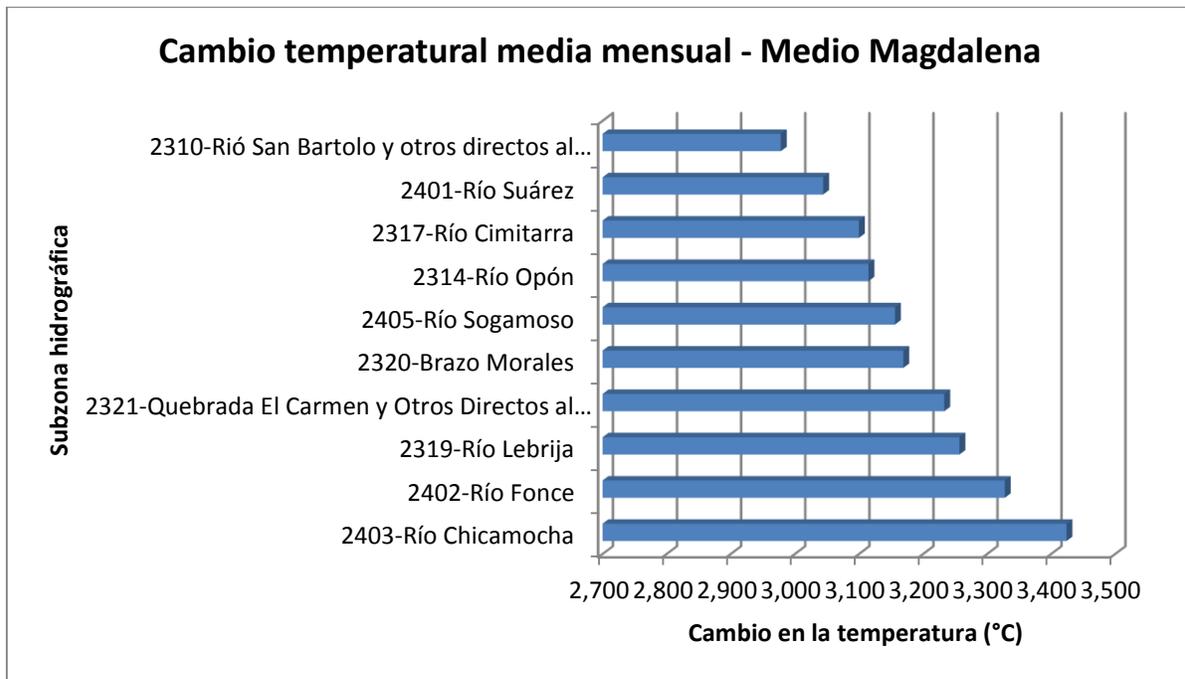
Tabla 2.216. Proyecciones de temperatura media mensual subzonas hidrográficas Medio Magdalena

Subzona hidrográfica	Temp. 2000 (°C)	Temp. 2020 (°C)	Temp. 2030 (°C)	Temp. 2040 (°C)	Temp. 2050 (°C)	Δ Temp. 2000-2050
2403-Río Chicamocha	12,56	15,99	14,61	15,29	15,99	3,42
2402-Río Fonce	16,08	19,40	18,06	18,72	19,40	3,33
2319-Río Lebrija	24,11	27,37	26,07	26,70	27,37	3,26
2321-Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	25,74	28,98	27,67	28,32	28,98	3,23
2320-Brazo Morales	25,66	28,83	27,55	28,18	28,83	3,17
2405-Río Sogamoso	25,21	28,36	27,08	27,71	28,36	3,16
2314-Río Opón	25,36	28,47	27,22	27,83	28,47	3,11
2317-Río Cimitarra	26,82	29,92	28,66	29,28	29,92	3,10
2401-Río Suárez	16,03	19,07	17,83	18,45	19,07	3,04
2310-Riío San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	24,61	27,59	26,36	26,96	27,59	2,98
2312-Río Carare (Minero)	23,35	26,27	25,10	25,68	26,27	2,93
2311-Directos al Magdalena Medio	27,33	30,17	29,02	29,59	30,17	2,85
2307-Directos Magdalena Medio (mi)	26,39	29,19	28,07	28,62	29,19	2,80
2308-Río Nare	20,66	23,45	22,30	22,87	23,45	2,79
2302-Río Guarinó	14,83	17,55	16,51	17,02	17,55	2,72
2301-Río Gualí	18,56	21,26	20,21	20,74	21,26	2,70
2306-Río Negro	21,78	24,47	23,38	23,91	24,47	2,69
2303-Directos al Magdalena (md)	27,29	29,93	28,83	29,36	29,93	2,64
2304-Directos Magdalena (mi)	27,02	29,64	28,55	29,09	29,64	2,62
2305-Río Samaná	20,85	23,26	22,20	22,72	23,26	2,41

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.170 se muestra el cambio de temperatura media mensual entre los años 2000 y 2050 para las 10 subzonas hidrográficas con un mayor cambio en la temperatura en dicho periodo de tiempo en la zona hidrográfica del Medio Magdalena. Las subzonas hidrográficas con mayores cambios en la temperatura media mensual son: 2403-Río Chicamocha ($\Delta T=3,42^{\circ}\text{C}$) y 2402-Río Fonce ($\Delta T=3,33^{\circ}\text{C}$).

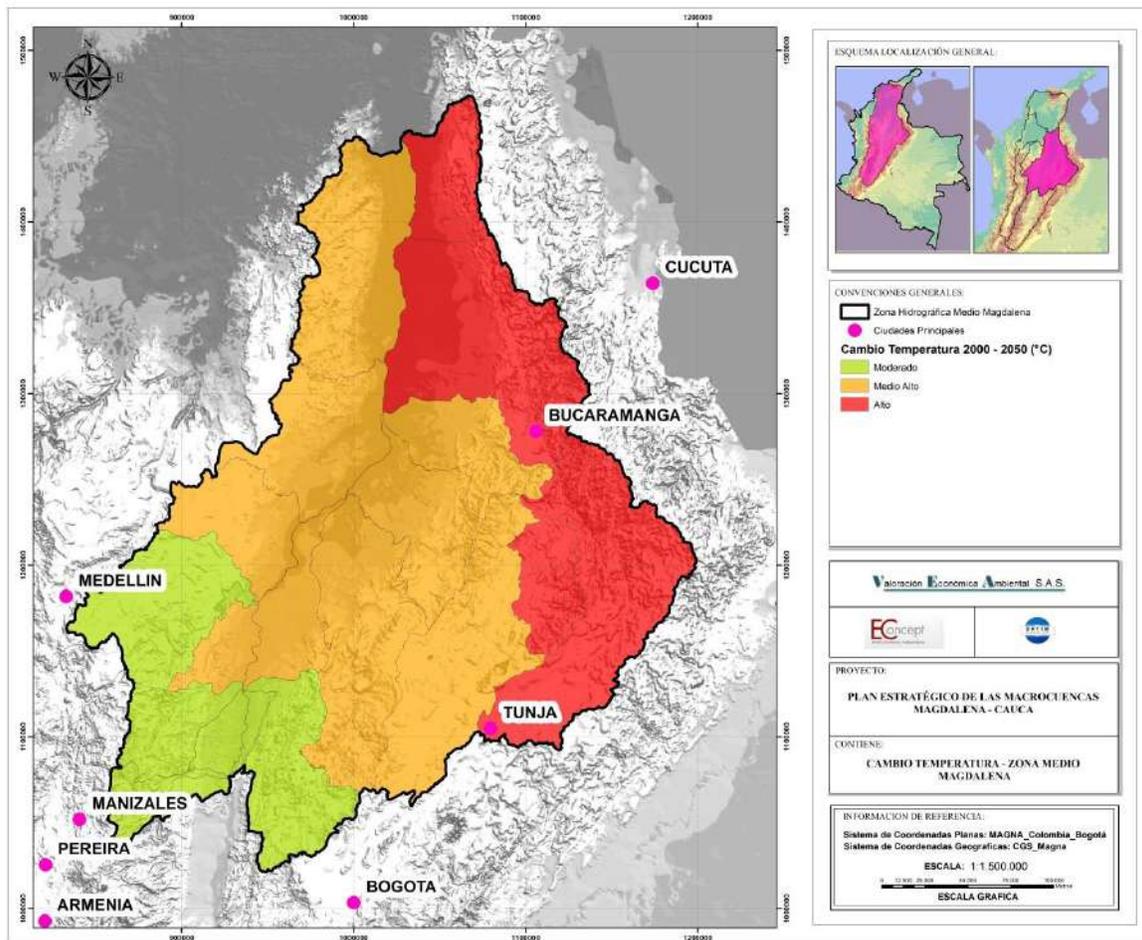
Ilustración 2.170. Cambio temperatura media mensual (2000-2050) zona hidrográfica Medio Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.171 se puede observar la distribución por rangos en el área de la zona hidrográfica Medio Magdalena, mostrando que los cambios de temperatura en la zona se encuentran entre moderados, medio altos y altos.

Ilustración 2.171. Mapa Cambio temperatura zona hidrográfica Medio Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.2.2 Precipitación

En lo referente a la precipitación, en la Tabla 2.217 se puede observar las proyecciones de la precipitación mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que el cambio en la precipitación entre los años 2000 y 2050 para las diferentes subzonas pertenecientes a la zona hidrográfica del Medio Magdalena varía entre reducciones de la precipitación mensual de hasta 15 mm/mes (Δ Precip = -15,44mm/mes), hasta un aumento en la precipitación mensual de 20,07mm/mes.

Tabla 2.217. Proyecciones de precipitación mensual (mm/mes) de subzonas hidrográficas Medio Magdalena

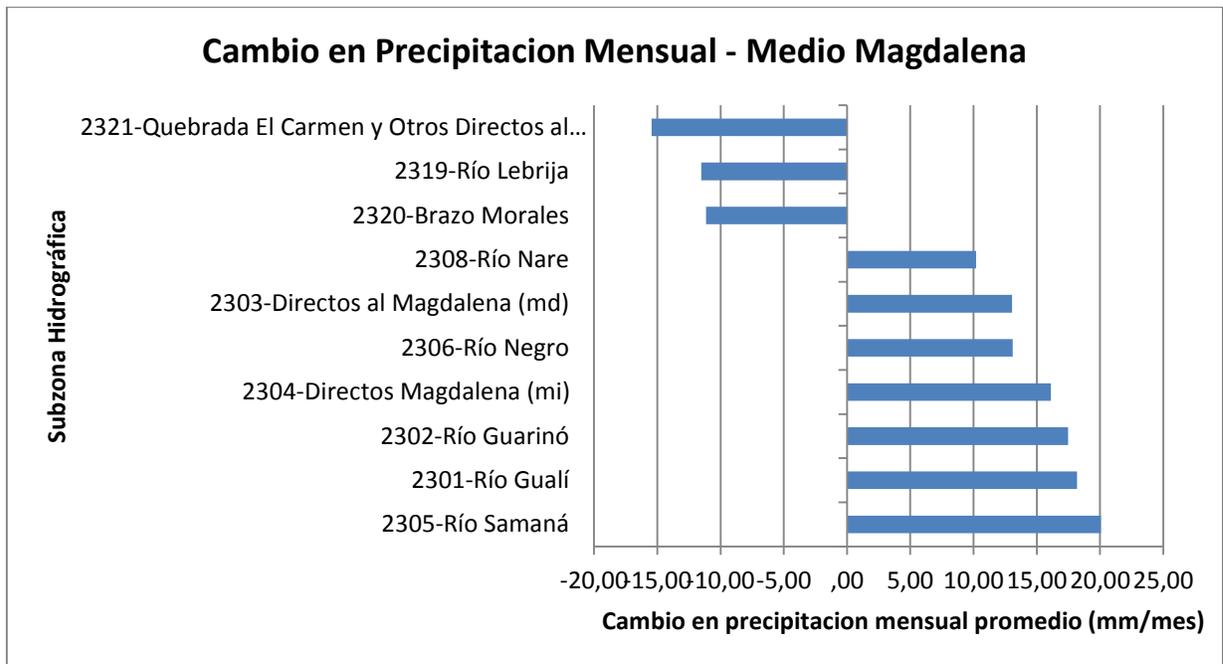
Subzona hidrográfica	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2403-Río Chicamocha	109,39	101,27	103,97	105,67	-7,59	-6,70%
2402-Río Fonce	166,97	158,96	162,41	164,21	-8,37	-4,85%
2319-Río Lebrija	161,13	152,58	155,60	155,04	-11,52	-6,92%

Subzona hidrográfica	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2321-Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	127,88	119,45	120,34	117,45	-15,44	-11,62%
2320-Brazo Morales	188,35	179,57	183,18	181,16	-11,15	-5,80%
2405-Río Sogamoso	174,73	166,41	170,58	171,16	-7,69	-4,30%
2314-Río Opón	219,80	211,87	217,01	218,22	-4,13	-1,86%
2317-Río Cimitarra	253,06	244,72	250,86	250,86	-4,17	-1,64%
2401-Río Suárez	149,51	142,44	147,11	149,53	0,32	0,22%
2310-Riío San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	230,15	222,54	230,11	230,73	2,82	1,24%
2312-Río Carare (Minero)	212,03	205,24	211,43	213,48	4,41	2,11%
2311-Directos al Magdalena Medio	210,95	204,13	211,30	212,91	5,80	2,80%
2307-Directos Magdalena Medio (mi)	215,78	209,61	217,54	219,45	9,48	4,51%
2308-Río Nare	248,76	242,13	250,60	252,04	10,19	4,22%
2302-Río Guarinó	211,35	207,27	215,57	218,54	17,49	8,70%
2301-Río Gualí	217,86	213,89	222,05	225,09	18,18	8,79%
2306-Río Negro	180,70	175,77	182,74	185,65	13,09	7,59%
2303-Directos al Magdalena (md)	189,90	184,40	191,95	194,45	13,05	7,19%
2304-Directos Magdalena (mi)	194,74	189,55	197,38	200,15	16,13	8,76%
2305-Río Samaná	276,72	271,63	279,93	282,51	20,07	7,65%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.172 se muestra el cambio en la precipitación mensual entre los años 2000 y 2050 para las 10 subzonas hidrográficas con un mayor cambio en dicho periodo de tiempo en la zona hidrográfica del Medio Magdalena. La subzona hidrográfica con una mayor reducción en la precipitación mensual es 2321-Quebrada El Carmen y otros dirección al Directos al Magdalena Medio (Δ Precip = -15,44 mm/mes) y la subzona con un mayor aumento en la precipitación es 2305-Río Samaná (Δ Precip = -20,07 mm/mes).

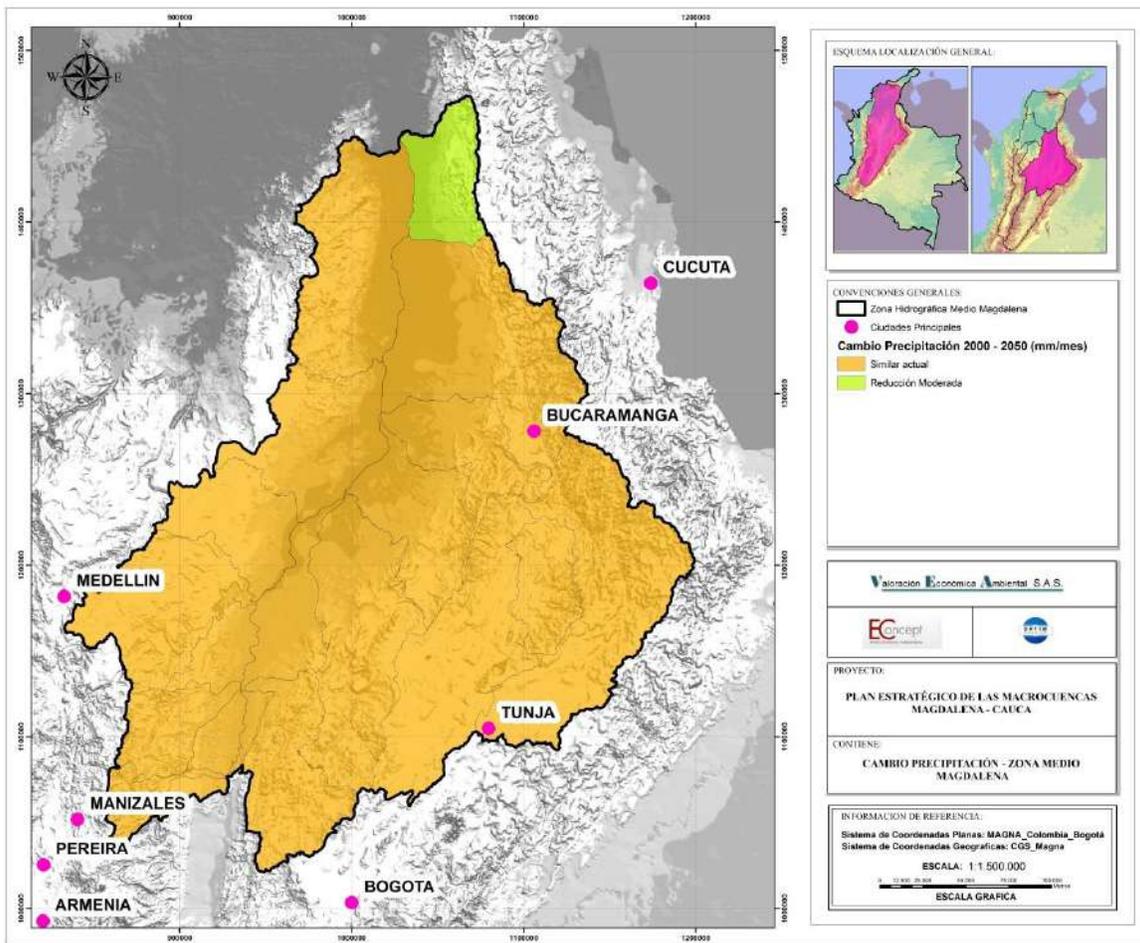
Ilustración 2.172. Cambio (2000-2050) en la precipitación mensual en la zona hidrográfica Medio Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.173 se puede observar la distribución por rangos en el área de la zona hidrográfica Medio Magdalena, dentro de los cuales se encuentran precipitaciones mensuales similares a las actuales, así como aumentos moderados en el mismo parámetro.

Ilustración 2.173. Mapa Cambio en la Precipitación Mensual zona hidrográfica Medio Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.2.3 Oferta hídrica disponible

El cambio en la oferta hídrica disponible (OHD) para la zona hidrográfica del Medio Magdalena es negativo (reducción en la OHD) para la mayoría de las subzonas; también se presentan algunos cambios positivos (aumento en la OHD) pero leves para algunas subzonas. Los valores para cada subzona se presentan a continuación:

Tabla 2.218. Cambio en la Oferta Hídrica Disponible en la zona hidrográfica Medio Magdalena

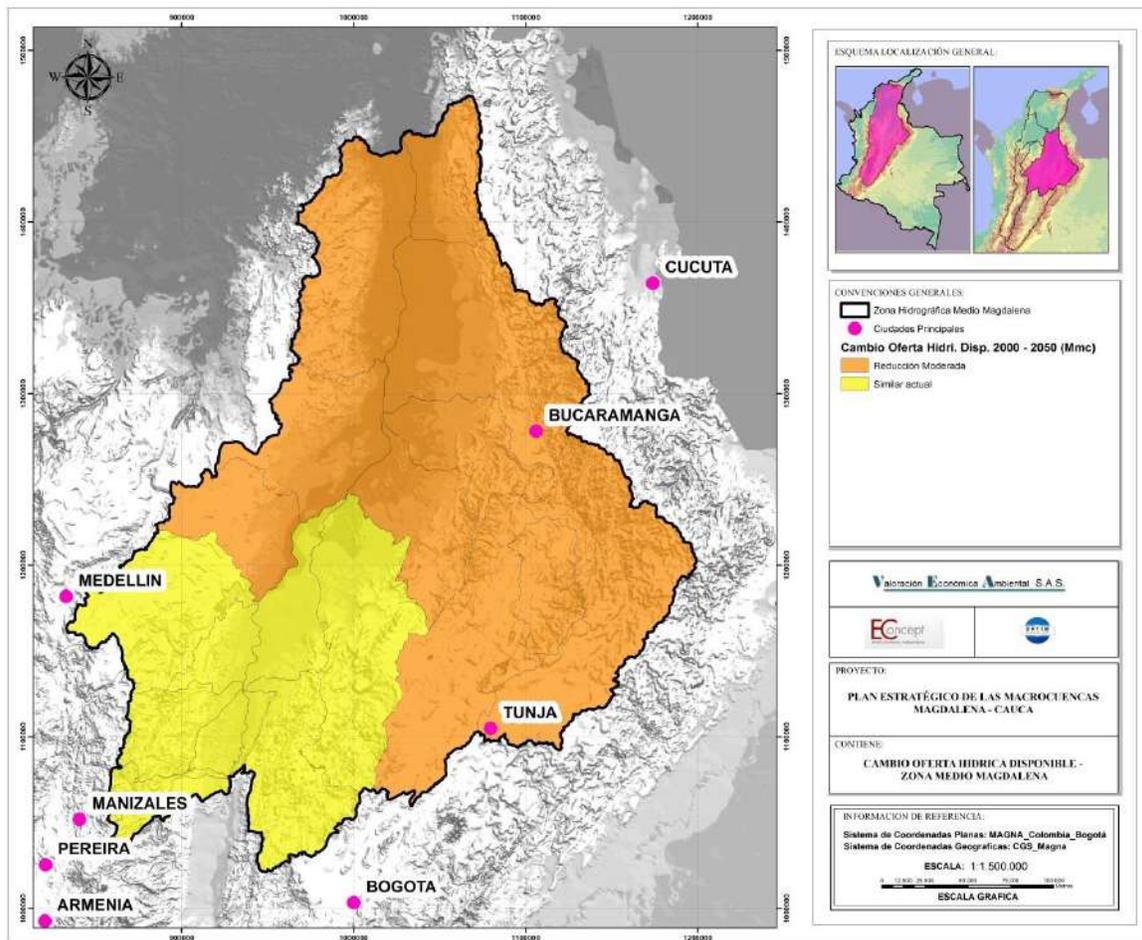
Subzona Hidrográfica	Cambio ODH (Mmc)	%Cambio OHD
2302-Río Guarinó	64	6%
2301-Río Gualí	60	6%
2305-Río Samaná	205	6%
2306-Río Negro	66	2%
2304-Directos Magdalena (mi)	26	1%

Subzona Hidrográfica	Cambio ODH (Mmc)	%Cambio OHD
2303-Directos al Magdalena (md)	1	0%
2308-Río Nare	-194	-3%
2311-Directos al Magdalena Medio	-215	-8%
2312-Río Carare (Minero)	-686	-10%
2307-Directos Magdalena Medio (mi)	-67	-15%
2310-Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	-441	-16%
2401-Río Suárez	-804	-17%
2314-Río Opón	-833	-19%
2319-Río Lebrija	-2130	-20%
2405-Río Sogamoso	-657	-20%
2321-Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	-570	-21%
2317-Río Cimitarra	-1057	-27%
2402-Río Fonce	-516	-30%
2403-Río Chicamocha	-1592	-31%
2320-Brazo Morales	-1669	-34%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la siguiente ilustración se muestra el mapa con el cambio en la oferta hídrica disponible; se presentan ofertas similares a la actual y reducciones moderadas.

Ilustración 2.174. Mapa Oferta Hídrica Disponible para la zona hidrográfica Medio Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.3 Bajo Magdalena

2.4.14.1.3.1 Temperatura

En la Tabla 2.219 se muestran las proyecciones de temperatura media mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que el cambio de temperatura entre los años 2000 y 2050 para las diferentes subzonas pertenecientes a la zona hidrográfica del Bajo Magdalena se encuentra en un rango entre 3,32 y 3,49°C.

Tabla 2.219. Proyecciones de temperatura media mensual subzonas hidrográficas Bajo Magdalena

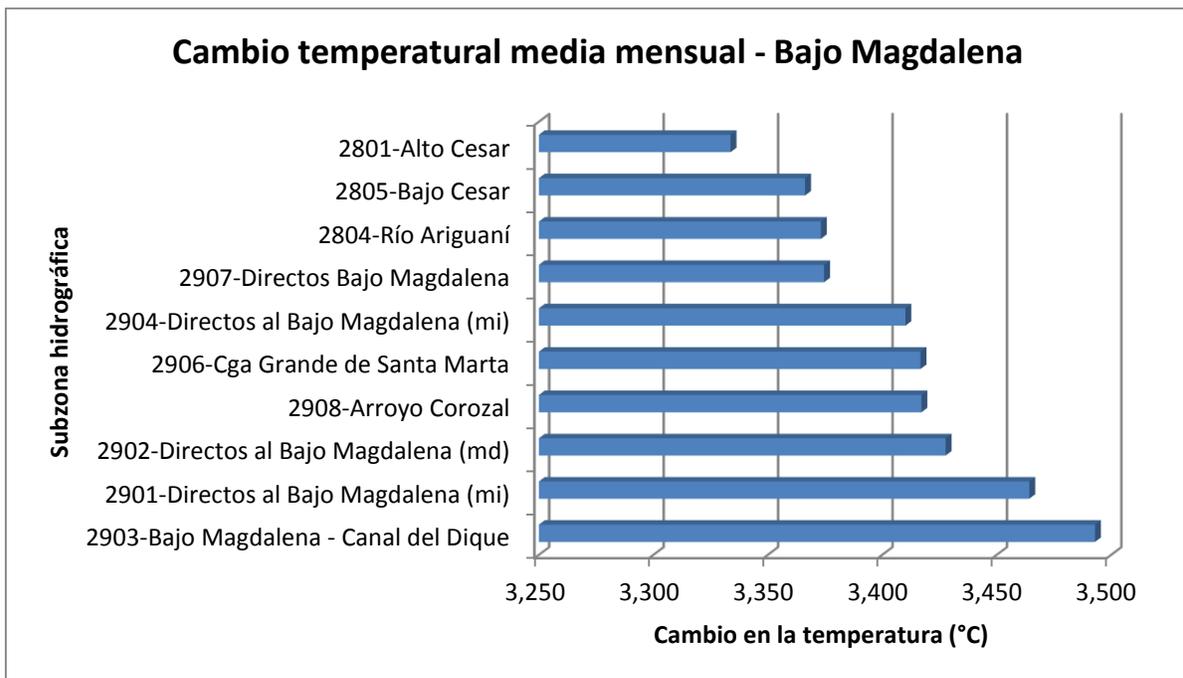
Subzona hidrográfica	Temp. 2000 (°C)	Temp. 2020 (°C)	Temp. 2030 (°C)	Temp. 2040 (°C)	Temp. 2050 (°C)	Δ Temp. 2000-2050
2903-Bajo Magdalena - Canal del Dique	27,89	31,38	29,95	30,66	31,38	3,49
2901-Directos al Bajo Magdalena (mi)	27,09	30,55	29,12	29,83	30,55	3,46

Subzona hidrográfica	Temp. 2000 (°C)	Temp. 2020 (°C)	Temp. 2030 (°C)	Temp. 2040 (°C)	Temp. 2050 (°C)	Δ Temp. 2000-2050
2902-Directos al Bajo Magdalena (md)	27,93	31,36	29,96	30,65	31,36	3,43
2908-Arroyo Corozal	27,46	30,88	29,48	30,17	30,88	3,42
2906-Cga Grande de Santa Marta	23,86	27,28	25,90	26,58	27,28	3,42
2904-Directos al Bajo Magdalena (mi)	27,90	31,31	29,92	30,61	31,31	3,41
2907-Directos Bajo Magdalena	27,90	31,28	29,91	30,59	31,28	3,37
2804-Río Ariguani	26,39	29,76	28,38	29,06	29,76	3,37
2805-Bajo Cesar	26,94	30,31	28,96	29,63	30,31	3,37
2801-Alto Cesar	20,95	24,28	22,96	23,62	24,28	3,33
2802-Medio Cesar	24,72	28,04	26,71	27,37	28,04	3,32

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.175 se muestra el cambio de temperatura media mensual entre los años 2000 y 2050 para las 10 subzonas hidrográficas con un mayor cambio en la temperatura en dicho periodo de tiempo en la zona hidrográfica del Bajo Magdalena. Las subzonas hidrográficas con mayores cambios en la temperatura media mensual son: 2903-Bajo Magdalena-Canal del Dique ($\Delta T=3,49^{\circ}\text{C}$) y 2901-Directos al Bajo Magdalena (mi) ($\Delta T=3,46^{\circ}\text{C}$).

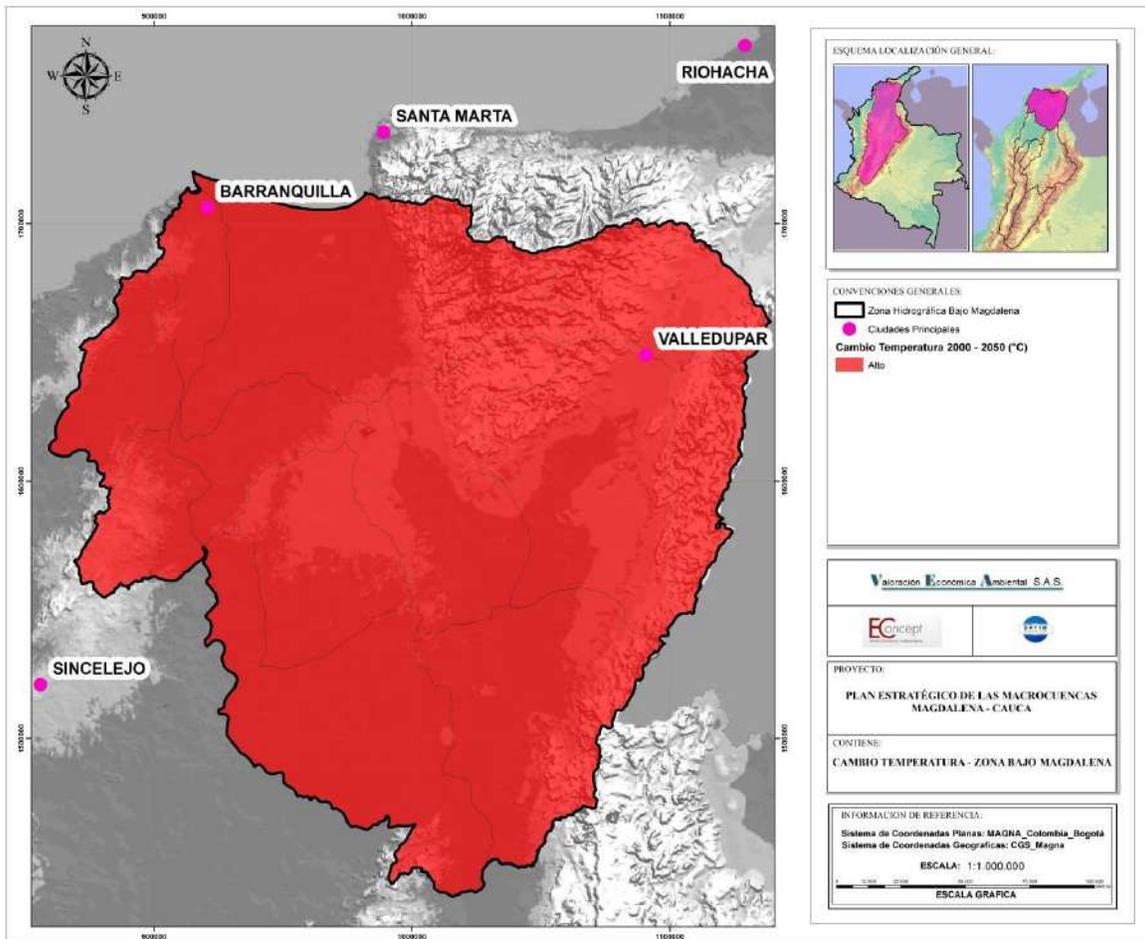
Ilustración 2.175. Cambio temperatura media mensual (2000-2050) zona hidrográfica Bajo Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.176 se puede observar la distribución por rangos en el área de la zona hidrográfica Bajo Magdalena, mostrando que los cambios de temperatura en la toda la zona se encuentran clasificados como altos.

Ilustración 2.176. Mapa Cambio temperatura zona hidrográfica Bajo Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.3.2 Precipitación

En lo referente a la precipitación, en la Tabla 2.220 se puede observar las proyecciones de la precipitación mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que el cambio en la precipitación entre los años 2000 y 2050 es negativo (reducción en la precipitación) para todas las subzonas pertenecientes a la zona hidrográfica del Bajo Magdalena.

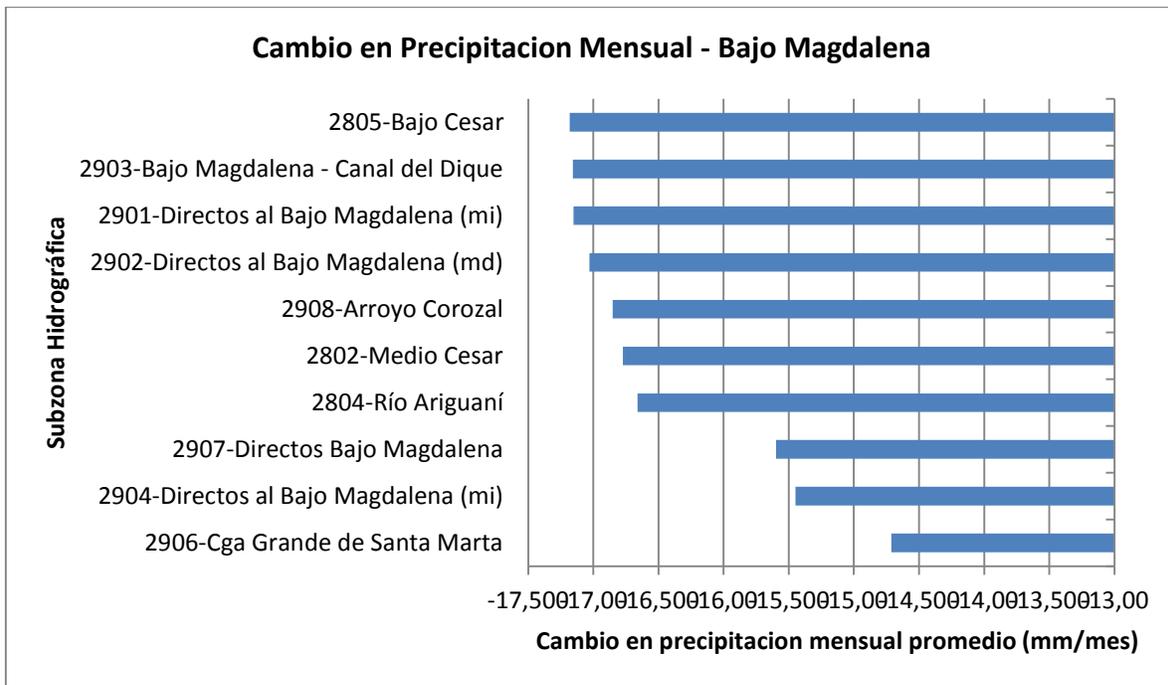
Tabla 2.220. Proyecciones de precipitación mensual (mm/mes) de subzonas hidrográficas Bajo Magdalena

Subzona hidrográfica	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2903-Bajo Magdalena - Canal del Dique	95,97	88,21	86,17	79,34	-17,16	-17,78%
2901-Directos al Bajo Magdalena (mi)	98,22	89,85	88,21	81,60	-17,15	-17,37%
2902-Directos al Bajo Magdalena (md)	102,91	95,06	92,82	86,16	-17,03	-16,50%
2908-Arroyo Corozal	112,10	104,01	101,94	95,66	-16,85	-14,98%
2906-Cga Grande de Santa Marta	124,91	118,32	115,93	109,79	-14,71	-11,82%
2904-Directos al Bajo Magdalena (mi)	82,58	75,65	73,77	67,28	-15,45	-18,68%
2907-Directos Bajo Magdalena	150,35	141,90	141,27	136,16	-15,60	-10,28%
2804-Río Ariguani	125,80	118,27	115,31	109,16	-16,66	-13,24%
2805-Bajo Cesar	151,82	143,82	141,78	136,84	-17,18	-11,16%
2801-Alto Cesar	137,21	131,74	128,22	123,21	-14,38	-10,45%
2802-Medio Cesar	132,39	125,49	121,70	116,07	-16,77	-12,63%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.177 se muestra el cambio en la precipitación mensual entre los años 2000 y 2050 para las 10 subzonas hidrográficas con un mayor cambio en dicho periodo de tiempo en la zona hidrográfica del Bajo Magdalena. Las subzonas hidrográficas con una mayor reducción en la precipitación mensual son 2805-Bajo Cesar (Δ Precip = -17,18 mm/mes) y 2903-Bajo Magdalena-Canal del Dique (Δ Precip = -17,16 mm/mes).

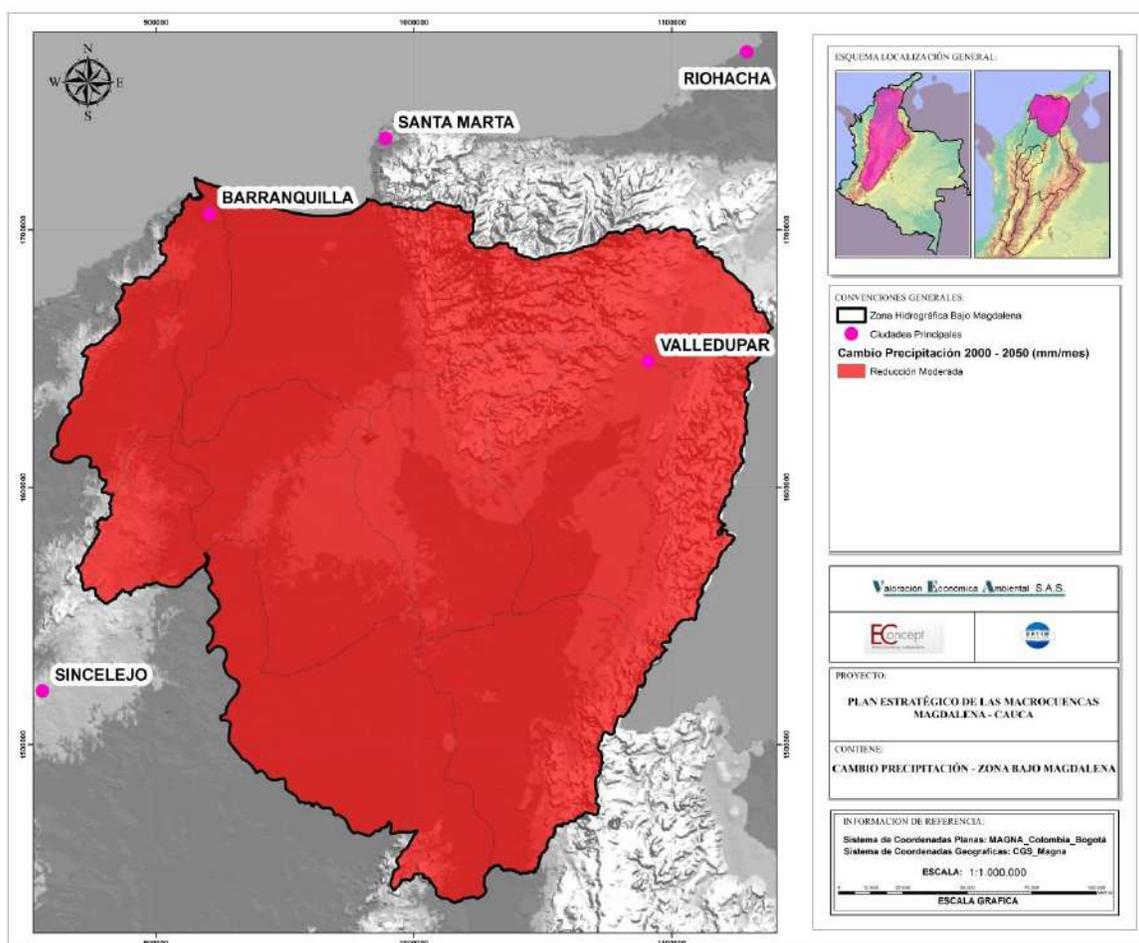
Ilustración 2.177. Cambio (2000-2050) en la precipitación mensual en la zona hidrográfica Bajo Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.178 se puede observar la distribución por rangos en el área de la zona hidrográfica Bajo Magdalena, de acuerdo a lo cual toda la zona presentaría una reducción moderada en la precipitación.

Ilustración 2.178. Mapa Cambio en la Precipitación Mensual zona hidrográfica Bajo Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.3.3 Oferta hídrica disponible

El cambio en la oferta hídrica disponible (OHD) para la zona hidrográfica del Bajo Magdalena es negativo para todas las subzonas; lo cual indica reducción en su oferta hídrica disponible. Los valores para cada subzona se presentan a continuación:

Tabla 2.221. Cambio en la Oferta Hídrica Disponible en la zona hidrográfica Bajo Magdalena

Subzona Hidrográfica	Cambio ODH (Mmc)	%Cambio OHD
2904-Directos al Bajo Magdalena (mi)	-115	-18%
2906-Cga Grande de Santa Marta	-1649	-39%
2908-Arroyo Corozal	-575	-40%
2907-Directos Bajo Magdalena	-1501	-41%
2902-Directos al Bajo Magdalena (md)	-292	-44%
2903-Bajo Magdalena - Canal del Dique	-287	-45%

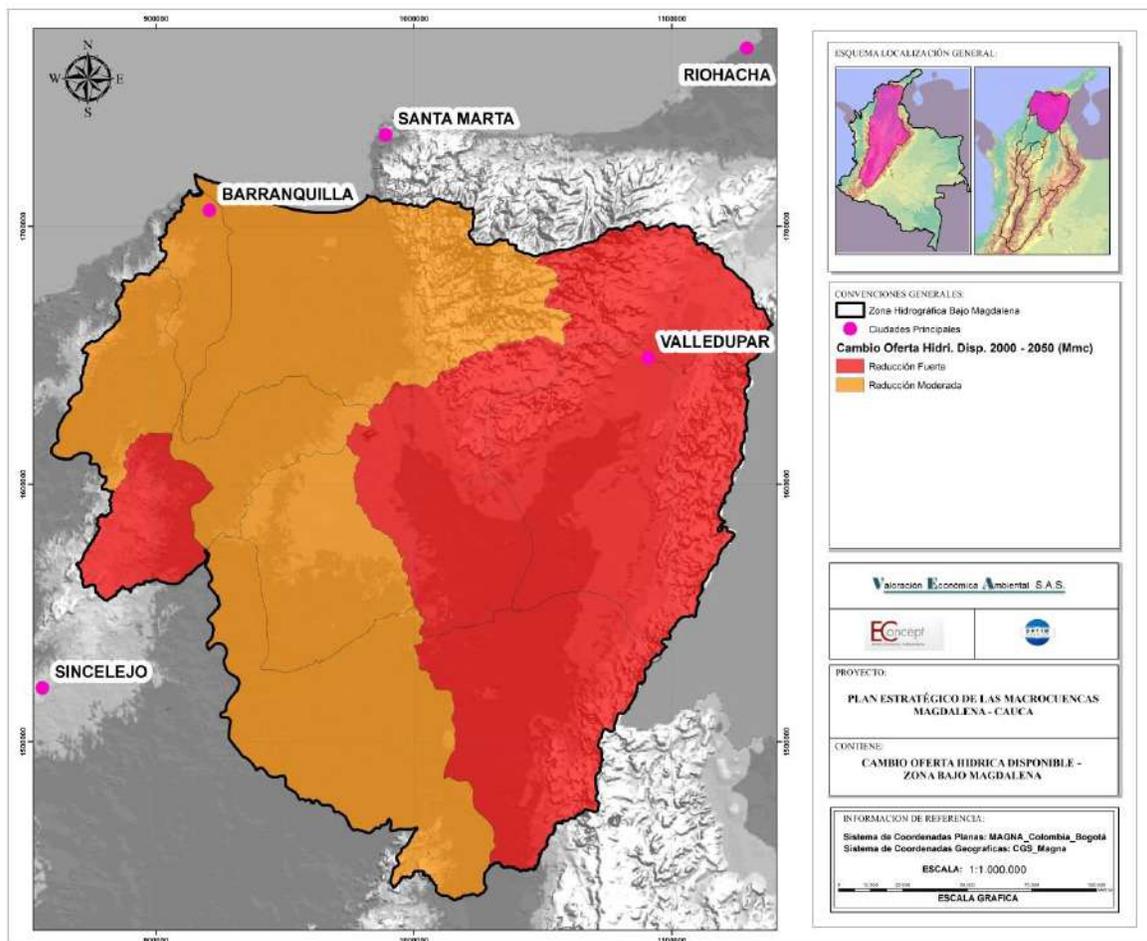
Subzona Hidrográfica	Cambio ODH (Mmc)	%Cambio OHD
2804-Río Ariguaní	-1008	-47%
2805-Bajo Cesar	-1390	-51%
2801-Alto Cesar	-777	-57%
2802-Medio Cesar	-1773	-57%
2901-Directos al Bajo Magdalena (mi)	-264	-98%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

El cambio más grande se da para la subzona 2901-Directos al Bajo Magdalena (mi) con una disminución del 98%, este cambio se debe a que la oferta hídrica disponible para esta subzona (269Mmc) es mucho más baja con al promedio de la zona hidrográfica (3.033 Mmc) (Según los datos del ENA-2010 (IDEAM, 2010)).

En la siguiente ilustración se muestra el mapa con el cambio en la oferta hídrica disponible; se presentan reducciones moderadas y fuertes en la OHD para toda la zona.

Ilustración 2.179. Mapa Oferta Hídrica Disponible para la zona hidrográfica Bajo Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.4 Alto Cauca

2.4.14.1.4.1 Temperatura

En la Tabla 2.222 se muestran las proyecciones de temperatura media mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que el cambio de temperatura entre los años 2000 y 2050 para las diferentes subzonas pertenecientes a la zona hidrográfica del Alto Cauca se encuentra en un rango entre 2,30 y 3,10°C.

Tabla 2.222. Proyecciones de temperatura media mensual subzonas hidrográficas Alto Cauca

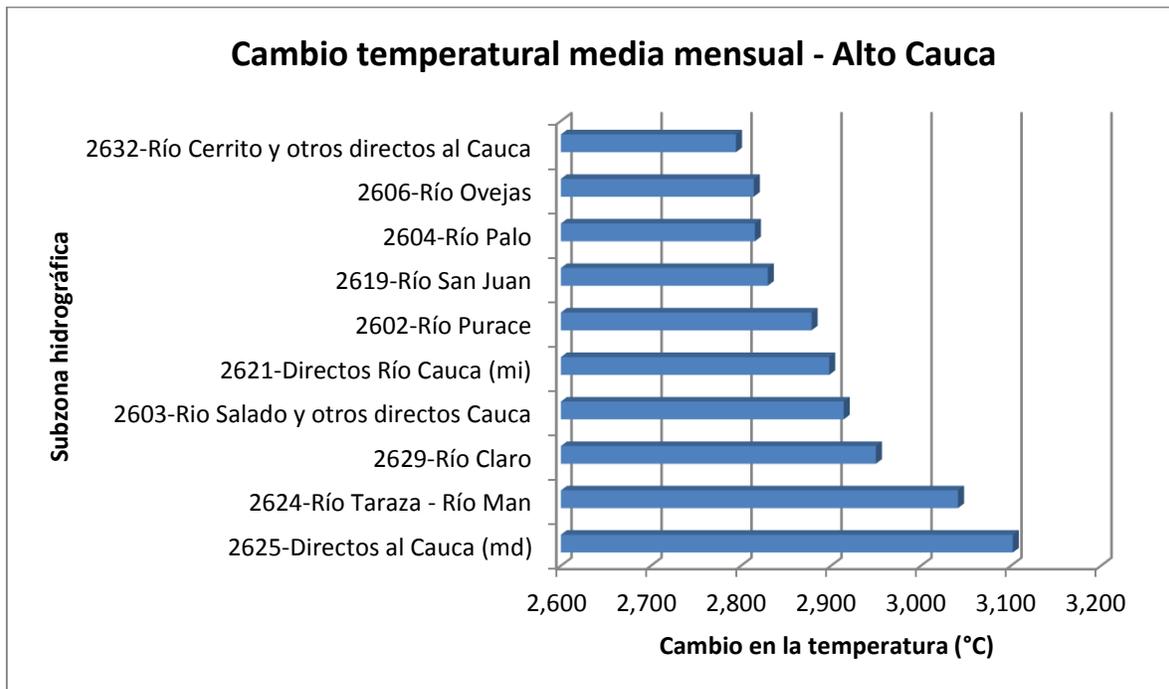
Subzona hidrográfica	Temp. 2000 (°C)	Temp. 2020 (°C)	Temp. 2030 (°C)	Temp. 2040 (°C)	Temp. 2050 (°C)
2625-Directos al Cauca (md)	26,13	29,23	27,99	28,60	
2624-Río Taraza - Río Man	24,77	27,81	26,55	27,17	
2629-Río Claro	20,97	23,92	22,80	23,34	
2603-Río Salado y otros directos Cauca	17,04	19,95	18,85	19,41	
2621-Directos Río Cauca (mi)	19,72	22,62	21,42	22,02	
2602-Río Purace	15,22	18,10	16,97	17,53	
2619-Río San Juan	18,11	20,94	19,84	20,37	
2604-Río Palo	17,31	20,12	19,00	19,57	
2606-Río Ovejas	17,58	20,40	19,27	19,84	
2632-Río Cerrito y otros directos al Cauca	20,51	23,30	22,21	22,74	
2620-Directos Río Cauca (md)	20,23	23,01	21,83	22,41	
2628-Río Quinamayo y otros directos al Cauca	22,41	25,18	24,07	24,62	
2630-Río Pance	21,42	24,19	23,10	23,65	
2613-Río Otún	16,62	19,34	18,28	18,81	
2627-Río Piendamó	15,64	18,35	17,24	17,80	
2607-Río Fraile y otros directos al Cauca	20,09	22,78	21,68	22,23	
2636-Río Paila	22,63	25,32	24,28	24,80	
2608-Directos Río Cauca (mi)	21,19	23,88	22,81	23,35	
2617-Río Frío y Otros Directos al Cauca	20,16	22,84	21,78	22,31	
2601-Alto Río Cauca	11,57	14,24	13,11	13,68	
2610-Río Tulua	16,20	18,86	17,79	18,32	
2634-Río Morales	22,70	25,36	24,29	24,83	
2622-Río Desbaratado	17,63	20,29	19,17	19,74	
2618-Río Arma	16,40	19,03	17,96	18,49	
2637-Directos Río Cauca (md)	23,30	25,94	24,90	25,41	
2615-Río Chinchiná	14,05	16,62	15,56	16,08	
2631-Directos al Río Cauca (mi)	21,11	23,67	22,59	23,13	
2609-Río Amaime	15,91	18,47	17,37	17,92	
2605-Río Timba	19,30	21,85	20,74	21,28	
2611-Río Frío	18,31	20,86	19,78	20,31	

Subzona hidrográfica	Temp. 2000 (°C)	Temp. 2020 (°C)	Temp. 2030 (°C)	Temp. 2040 (°C)	Temp. 2050 (°C)
2612-Río La Vieja	18,26	20,79	19,74	20,25	20,76
2635-Río Bugalagrande	15,03	17,55	16,48	17,01	17,53
2614-Río Risaralda	18,84	21,35	20,30	20,83	21,35
2633-Río Guadalajara	19,13	21,57	20,46	21,03	21,55
2616-Río Tapias y otros directos al Cauca	18,81	21,11	20,05	20,57	21,09

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.180 se muestra el cambio de temperatura media mensual entre los años 2000 y 2050 para las 10 subzonas hidrográficas con un mayor cambio en la temperatura en dicho periodo de tiempo en la zona hidrográfica del Alto Cauca. Las subzonas hidrográficas con mayores cambios en la temperatura media mensual son: 2625-Directos al Cauca ($\Delta T=3,10^{\circ}\text{C}$) y 2624-Río Taraza-Río Man ($\Delta T=3,04^{\circ}\text{C}$).

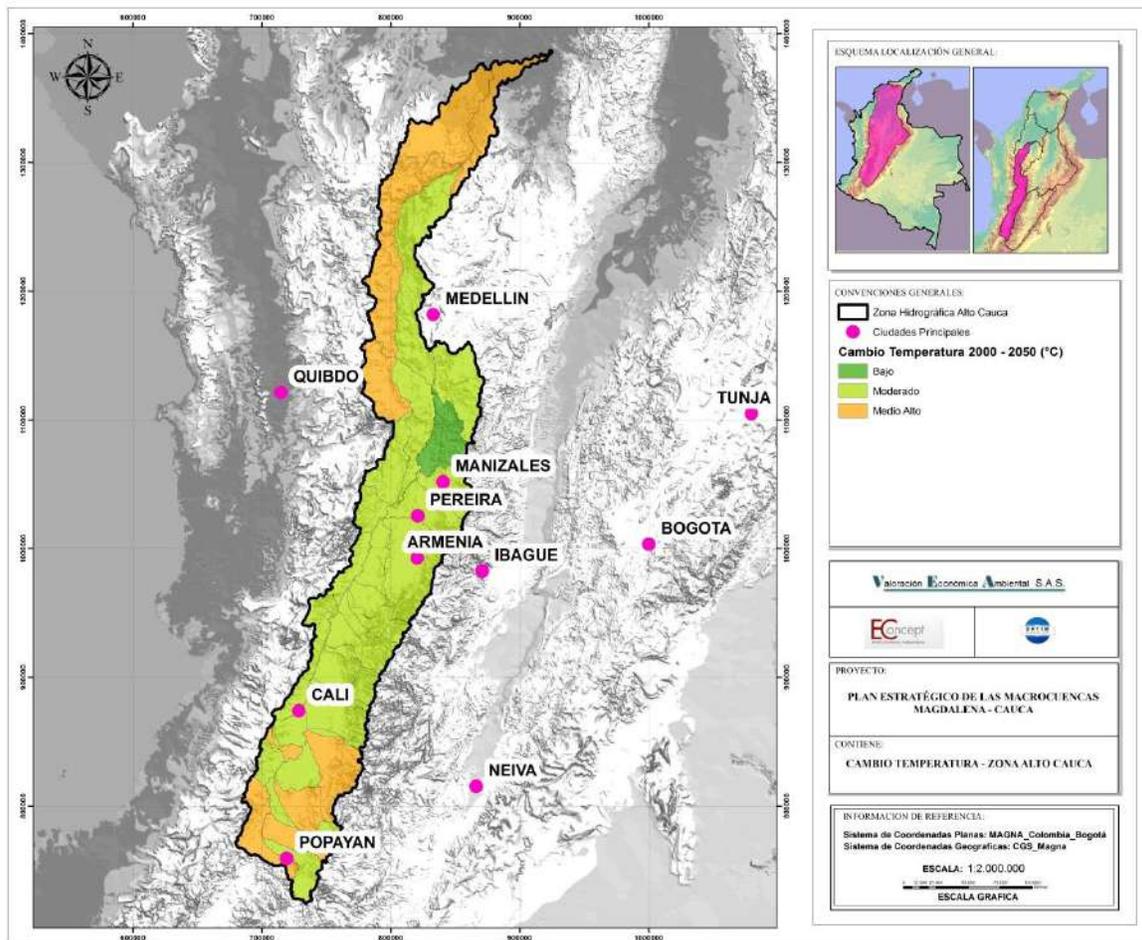
Ilustración 2.180. Cambio temperatura media mensual (2000-2050) zona hidrográfica Alto Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.181 se puede observar la distribución por rangos en el área de la zona hidrográfica Alto Cauca, mostrando que los cambios de temperatura en la zona se encuentran clasificados como bajos, moderados o medio altos.

Ilustración 2.181. Mapa Cambio temperatura zona hidrográfica Alto Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.4.2 Precipitación

En lo referente a la precipitación, en la Tabla 2.223 se puede observar las proyecciones de la precipitación mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que el cambio en la precipitación entre los años 2000 y 2050 es varía entre aumentos en la precipitación mensual de 42,43mm/mes hasta reducciones de 4,26mm/mes.

Tabla 2.223. Proyecciones de precipitación mensual (mm/mes) de subzonas hidrográficas Alto Cauca

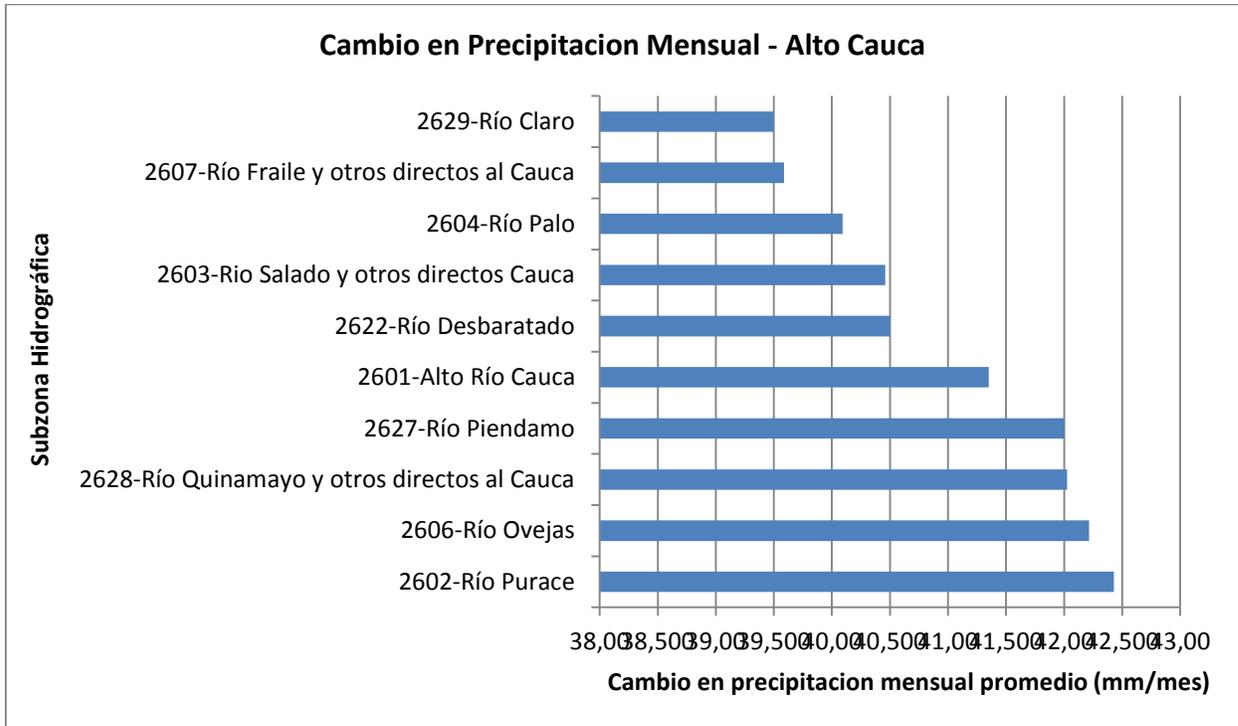
Subzona hidrográfica	Precip. 2000	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2625-Directos al Cauca (md)	306,13	304,61	295,74	303,02	301,87	-4,26	-1,39%
2624-Río Taraza - Río Man	266,19	266,96	258,01	265,41	264,01	-2,18	-0,82%
2629-Río Claro	176,40	202,10	208,20	213,10	215,90	39,50	22,39%

Subzona hidrográfica	Precip. 2000	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2603-Río Salado y otros directos Cauca	218,18	244,41	251,78	255,98	258,64	40,46	18,54%
2621-Directos Río Cauca (mi)	201,91	205,47	197,78	206,57	206,90	4,99	2,47%
2602-Río Purace	174,90	203,14	210,74	214,81	217,33	42,43	24,26%
2619-Río San Juan	228,16	238,22	232,67	241,63	244,04	15,88	6,96%
2604-Río Palo	144,16	170,44	177,09	181,81	184,25	40,09	27,81%
2606-Río Ovejas	171,67	199,60	207,12	211,29	213,88	42,21	24,59%
2632-Río Cerrito y otros directos al Cauca	105,24	127,24	130,41	136,70	139,76	34,51	32,79%
2620-Directos Río Cauca (md)	194,39	198,02	190,78	199,61	200,38	5,99	3,08%
2628-Río Quinamayo y otros directos al Cauca	171,97	199,92	206,66	211,32	214,00	42,03	24,44%
2630-Río Pance	147,84	172,00	177,61	182,74	185,71	37,87	25,62%
2613-Río Otún	187,25	202,16	199,48	207,82	211,16	23,91	12,77%
2627-Río Piendamó	180,23	208,04	215,42	219,69	222,23	42,00	23,30%
2607-Río Fraile y otros directos al Cauca	117,86	144,21	149,24	154,59	157,45	39,59	33,59%
2636-Río Paila	126,00	144,48	144,65	152,17	155,61	29,61	23,50%
2608-Directos Río Cauca (mi)	141,11	156,62	155,00	163,00	166,46	25,34	17,96%
2617-Río Frío y Otros Directos al Cauca	195,72	206,37	201,52	210,39	213,08	17,35	8,87%
2601-Alto Río Cauca	169,00	196,63	204,08	208,03	210,35	41,35	24,47%
2610-Río Tulua	121,33	144,00	146,00	152,71	155,84	34,51	28,44%
2634-Río Morales	113,43	134,93	135,79	142,93	146,43	33,00	29,09%
2622-Río Desbaratado	136,40	163,30	169,20	174,30	176,90	40,50	29,69%
2618-Río Arma	197,58	206,23	200,70	209,58	211,82	14,23	7,20%
2637-Directos Río Cauca (md)	113,62	130,03	129,05	136,95	140,33	26,72	23,52%
2615-Río Chinchiná	178,37	192,73	189,27	197,92	201,02	22,65	12,70%
2631-Directos al Río Cauca (mi)	110,16	132,59	136,00	142,02	145,32	35,16	31,92%
2609-Río Amaime	130,13	156,18	160,23	166,05	169,00	38,87	29,87%
2605-Río Timba	220,24	245,08	251,88	256,68	259,48	39,24	17,82%
2611-Río Frío	129,32	147,74	148,47	155,63	159,32	30,00	23,20%
2612-Río La Vieja	161,54	178,57	177,49	185,45	188,66	27,12	16,79%
2635-Río Bugalagrande	127,84	150,16	151,32	158,38	161,59	33,76	26,41%
2614-Río Risaralda	192,14	205,44	201,83	210,41	213,61	21,47	11,18%
2633-Río Guadalajara	120,86	139,57	141,86	148,43	151,71	30,86	25,53%
2616-Río Tapias y otros directos al Cauca	187,00	199,50	195,00	203,71	206,52	19,52	10,44%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.182 se muestra el cambio en la precipitación mensual entre los años 2000 y 2050 para las 10 subzonas hidrográficas con un mayor cambio en dicho periodo de tiempo en la zona hidrográfica del Alto Cauca. Las subzonas hidrográficas con mayor cambio en la precipitación mensual son 2602-Río Purace (Δ Precip =42,43 mm/mes) y 2606-Río Ovejas (Δ Precip =42,21mm/mes).

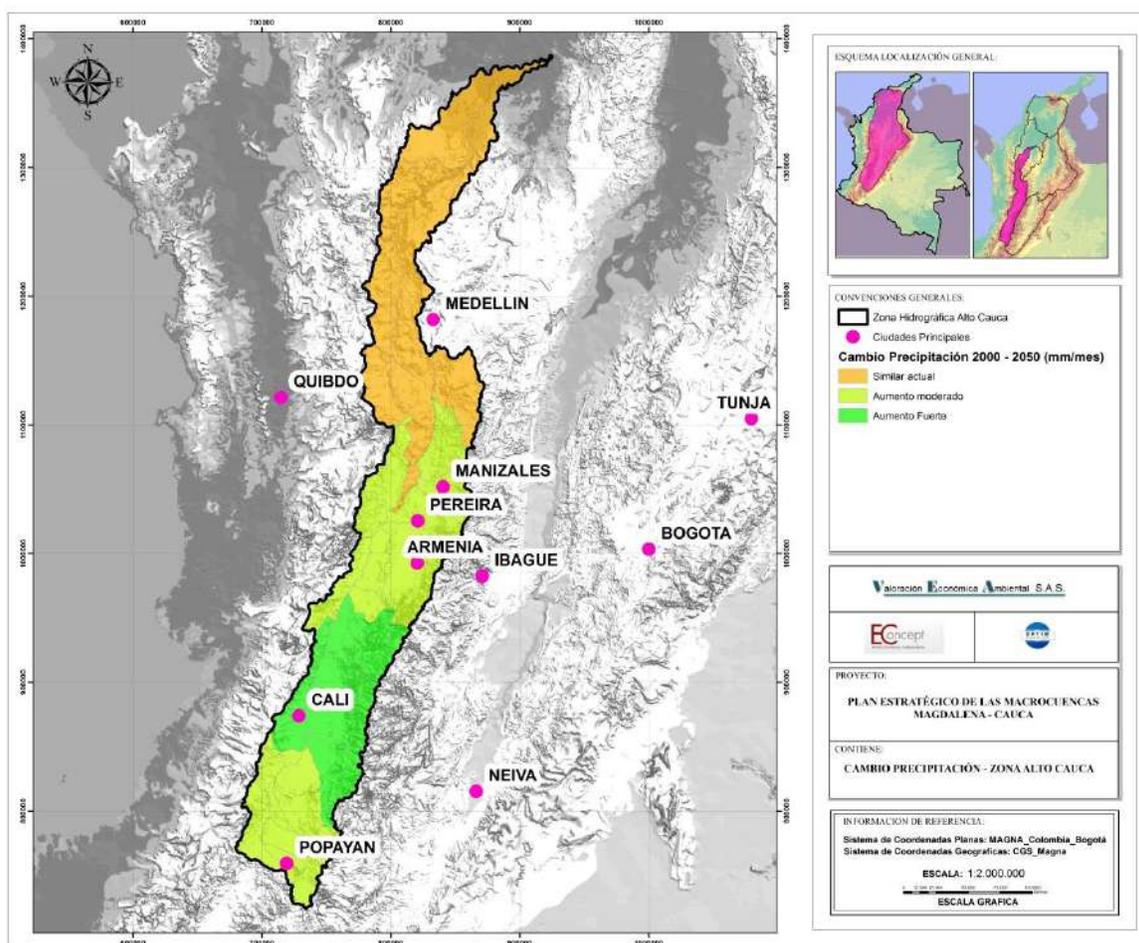
Ilustración 2.182. Cambio (2000-2050) en la precipitación mensual en la zona hidrográfica Alto Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.183 se puede observar la distribución por rangos en el área de la zona hidrográfica Alto Cauca, dentro de los cuales se encuentran precipitaciones mensuales similares a la actual, así como aumentos moderados y fuertes en la precipitación mensual.

Ilustración 2.183. Mapa Cambio en la Precipitación Mensual zona hidrográfica Alto Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.4.3 Oferta hídrica disponible

El cambio en la oferta hídrica disponible (OHD) para la zona hidrográfica del Alto Cauca es positivo para la mayoría de las subzonas; lo cual indica aumento en su oferta hídrica disponible; sin embargo también se presentan unos valores negativos en algunas subzonas indicando reducción en la OHD. Los valores para cada subzona se presentan a continuación:

Tabla 2.224. Cambio en la Oferta Hídrica Disponible en la zona hidrográfica Alto Cauca

Subzona Hidrográfica	Cambio ODH (Mmc)	%Cambio OHD
2627-Río Piendamó	194	51%
2601-Alto Río Cauca	299	50%
2602-Río Purace	310	49%
2606-Río Ovejas	289	48%
2609-Río Amaime	257	48%

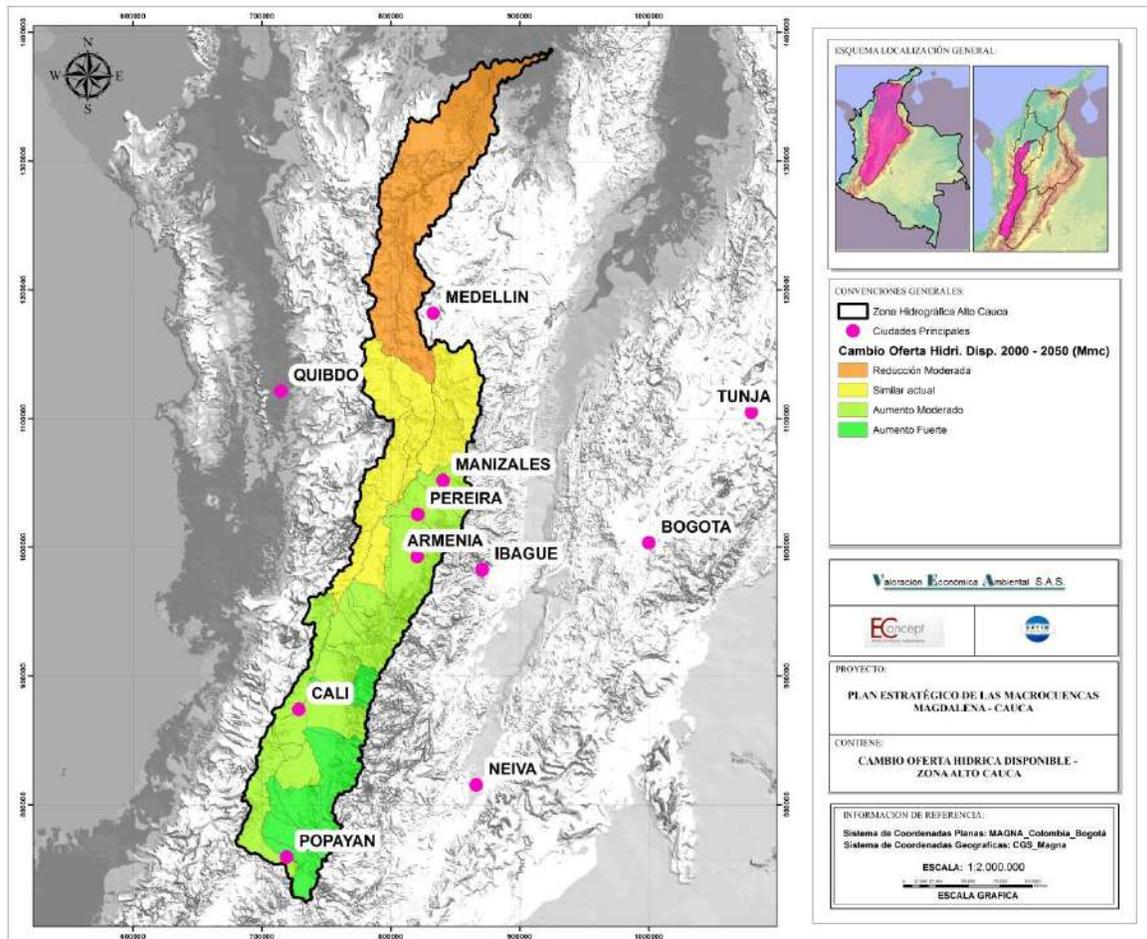
Subzona Hidrográfica	Cambio ODH (Mmc)	%Cambio OHD
2604-Río Palo	470	47%
2622-Río Desbaratado	53	46%
2628-Río Quinamayo y otros directos al Cauca	223	40%
2635-Río Bugalagrande	184	38%
2603-Río Salado y otros directos Cauca	376	37%
2607-Río Fraile y otros directos al Cauca	303	37%
2610-Río Tulua	269	37%
2605-Río Timba	146	36%
2629-Río Claro	64	35%
2630-Río Pance	144	32%
2633-Río Guadalajara	30	29%
2632-Río Cerrito y otros directos al Cauca	139	28%
2631-Directos al Río Cauca (mi)	174	26%
2611-Río Frío	71	26%
2634-Río Morales	45	25%
2636-Río Paila	73	22%
2612-Río La Vieja	483	22%
2615-Río Chinchiná	151	18%
2613-Río Otún	169	17%
2614-Río Risaralda	141	14%
2616-Río Tapias y otros directos al Cauca	141	13%
2617-Río Frío y Otros Directos al Cauca	92	7%
2608-Directos Río Cauca (mi)	174	6%
2619-Río San Juan	52	5%
2618-Río Arma	73	5%
2637-Directos Río Cauca (md)	95	4%
2624-Río Taraza - Río Man	-501	-17%
2625-Directos al Cauca (md)	-244	-22%
2621-Directos Río Cauca (mi)	-268	-26%
2620-Directos Río Cauca (md)	-219	-38%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

El cambio más grande se da para la subzona 2627-Río Piendamó con un aumento del 51%, el cambio negativo más grande se da para la subzona 2620-Directos Río Cauca (md) con una reducción del 38%.

En la siguiente ilustración se muestra el mapa con el cambio en la oferta hídrica disponible; se presentan ofertas hídricas similares a la actual, así como aumentos moderados y fuertes y reducciones moderadas.

Ilustración 2.184. Mapa Oferta Hídrica Disponible para la zona hidrográfica Alto Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.5 Medio Cauca

2.4.14.1.5.1 Temperatura

En la Tabla 2.225 se muestran las proyecciones de temperatura media mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que el cambio de temperatura entre los años 2000 y 2050 para las diferentes subzonas pertenecientes a la zona hidrográfica del Medio Cauca se encuentra en un rango entre 2,96 y 3,13°C.

Tabla 2.225. Proyecciones de temperatura media mensual subzonas hidrográficas Medio Cauca

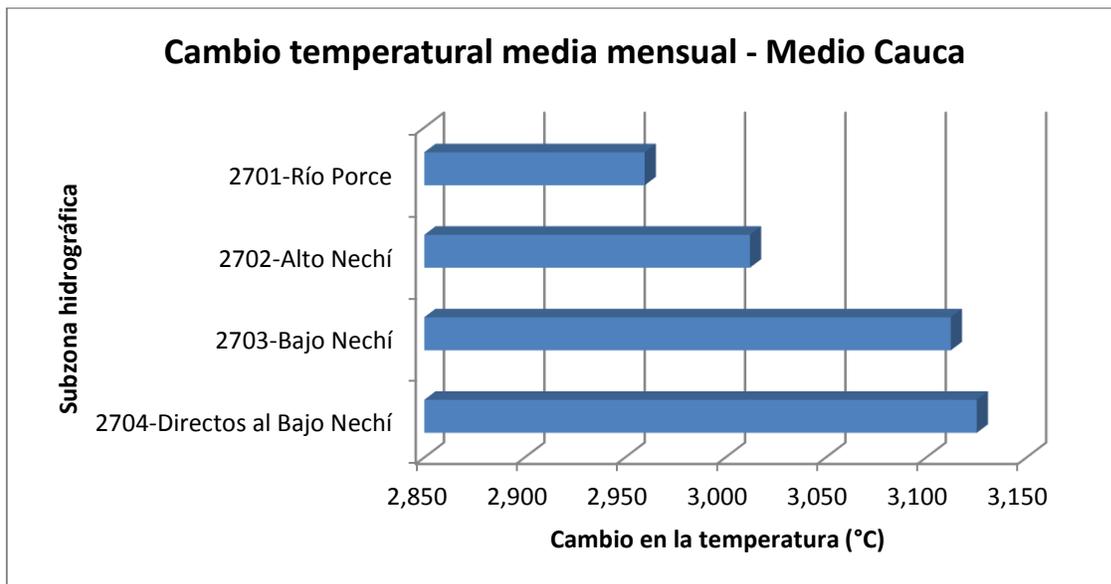
Subzona hidrográfica	Temp. 2000 (°C)	Temp. 2020 (°C)	Temp. 2030 (°C)	Temp. 2040 (°C)	Temp. 2050 (°C)	Δ Temp. 2000-2050
2704-Directos al Bajo Nechí	28,20	31,33	30,07	30,68	31,33	3,13
2703-Bajo Nechí	26,44	29,55	28,29	28,90	29,55	3,11
2702-Alto Nechí	20,86	23,87	22,62	23,24	23,87	3,01

Subzona hidrográfica	Temp. 2000 (°C)	Temp. 2020 (°C)	Temp. 2030 (°C)	Temp. 2040 (°C)	Temp. 2050 (°C)	Δ Temp. 2000-2050
2701-Río Porce	19,75	22,71	21,49	22,10	22,71	2,96

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.185 se muestra el cambio de temperatura media mensual entre los años 2000 y 2050 para las subzonas hidrográficas en la zona hidrográfica del Medio Cauca. Las subzonas hidrográficas con mayores cambios en la temperatura media mensual son: 2704-Directos al Río Nechí ($\Delta T=3,13^{\circ}\text{C}$) y 2703-Bajo Nechí ($\Delta T=3,11^{\circ}\text{C}$).

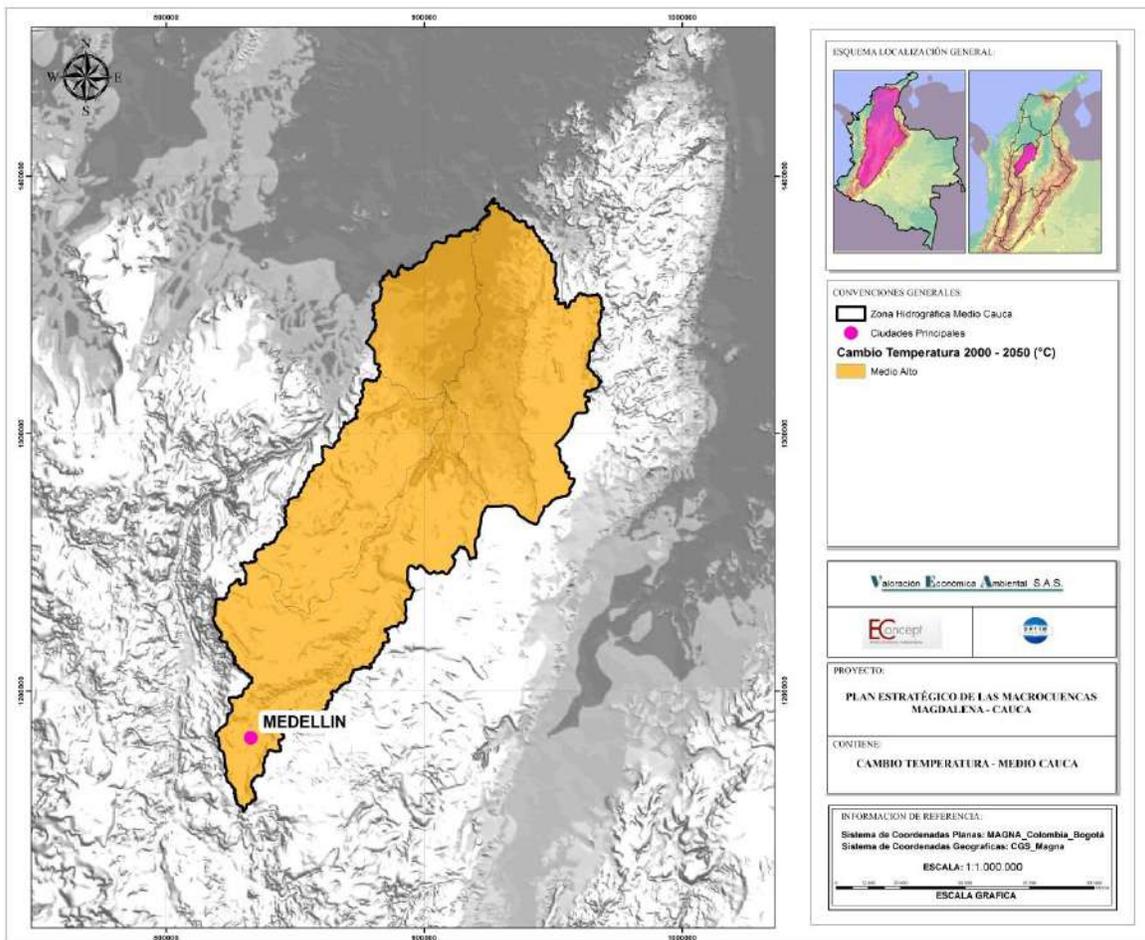
Ilustración 2.185. Cambio temperatura media mensual (2000-2050) zona hidrográfica Medio Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.186 se puede observar la distribución por rangos en el área de la zona hidrográfica Medio Cauca, mostrando que los cambios de temperatura en toda la zona se encuentran clasificados como medio alto.

Ilustración 2.186. Mapa Cambio temperatura zona hidrográfica Medio Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.5.2 Precipitación

En lo referente a la precipitación, en la Tabla 2.226 se puede observar las proyecciones de la precipitación mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que el cambio en la precipitación entre los años 2000 y 2050 es varía entre aumentos en la precipitación mensual de 4,15 mm/mes hasta reducciones de 5,59 mm/mes.

Tabla 2.226. Proyecciones de precipitación mensual (mm/mes) de subzonas hidrográficas Medio Cauca

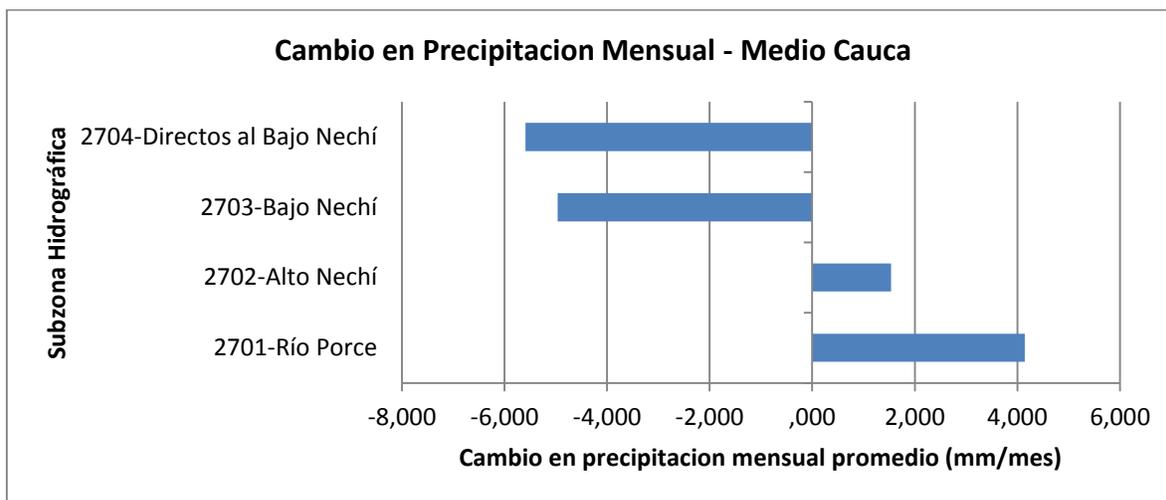
Subzona hidrográfica	Precip. 2000	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2704-Directos al Bajo Nechí	317,14	315,91	306,75	313,19	311,55	-5,59	-1,76%

Subzona hidrográfica	Precip. 2000	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2703-Bajo Nechí	315,64	314,45	305,57	311,80	310,67	-4,96	-1,57%
2702-Alto Nechí	301,86	304,06	295,76	303,81	303,40	1,54	0,51%
2701-Río Porce	228,52	231,43	223,82	232,24	232,67	4,15	1,81%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.187 se muestra el cambio en la precipitación mensual entre los años 2000 y 2050 en la zona hidrográfica del Medio Cauca. Las subzonas hidrográficas 2704-Directos al Bajo Nechí y 2703-Bajo Nechí presentan reducción en la precipitación media mensual, mientras que las subzonas 2702-Alto Nechí y 2701-Río Porce presentan aumentos en este variable.

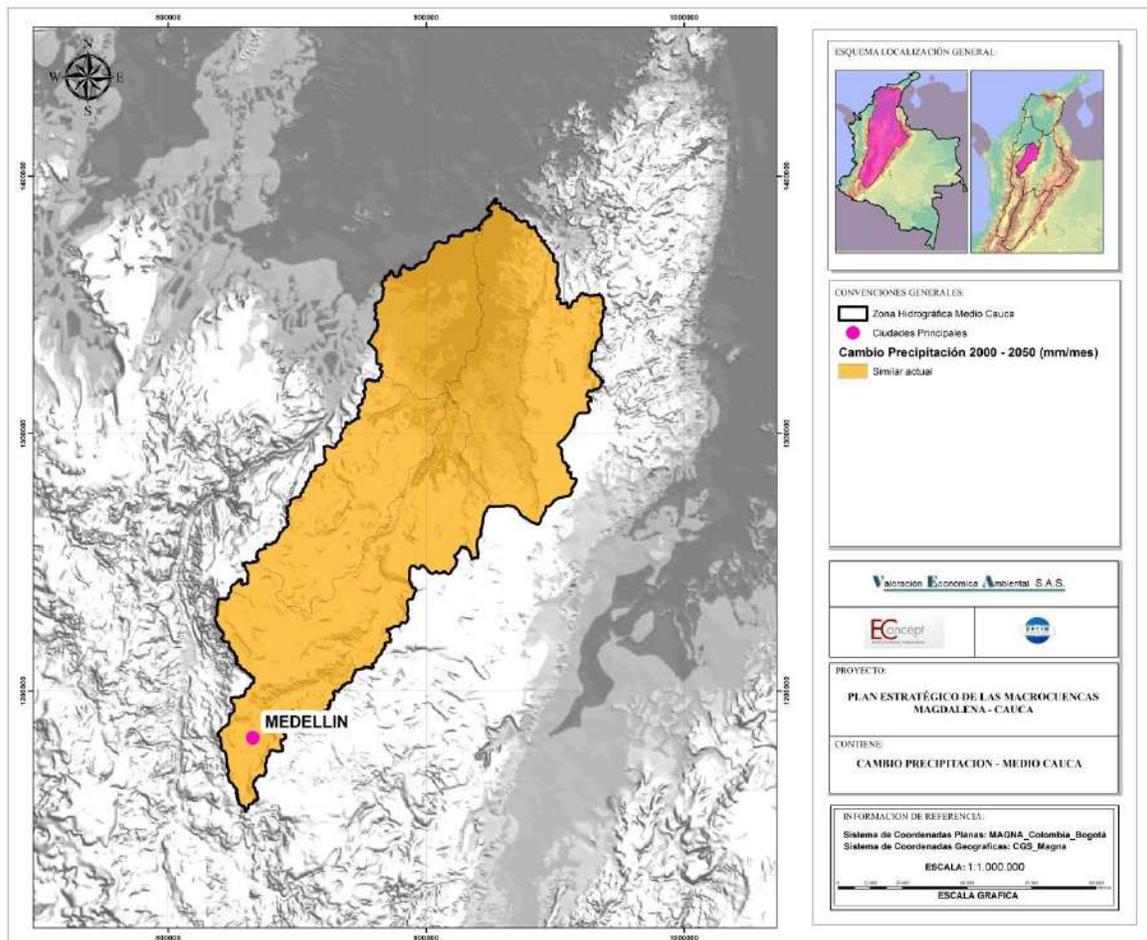
Ilustración 2.187. Cambio (2000-2050) en la precipitación mensual en la zona hidrográfica Medio Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.188 se puede observar la distribución por rangos en el área de la zona hidrográfica Medio Cauca, de acuerdo a lo cual toda la zona presentaría una precipitación mensual similar a la actual

Ilustración 2.188. Mapa Cambio en la Precipitación Mensual zona hidrográfica Medio Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.5.3 Oferta hídrica disponible

El cambio en la oferta hídrica disponible (OHD) para la zona hidrográfica del Medio Cauca es negativo para todas las subzonas; lo cual indica una disminución en su oferta hídrica disponible. Los valores para cada subzona se presentan a continuación:

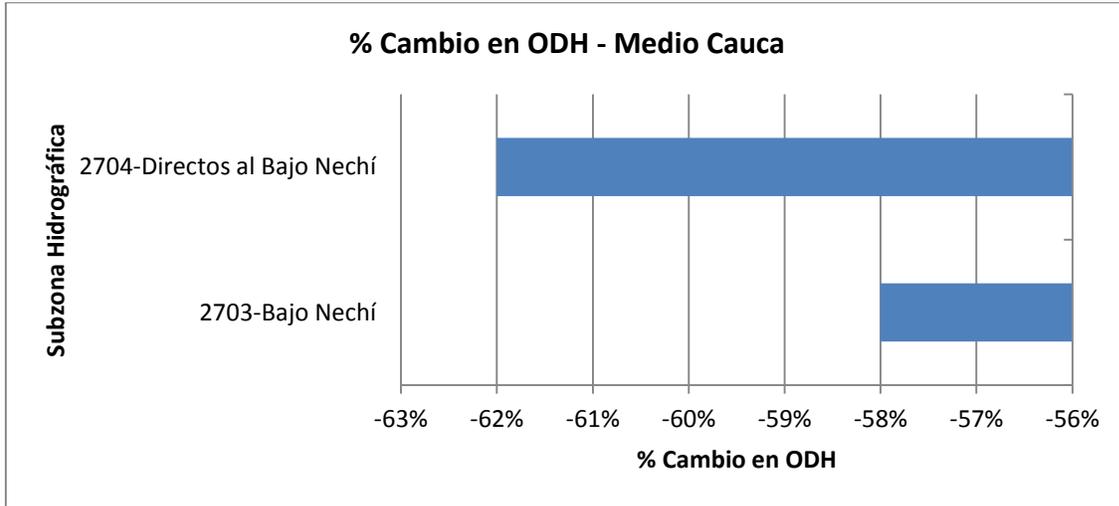
Tabla 2.227. Cambio en la Oferta Hídrica Disponible en la zona hidrográfica Medio Cauca

Subzona Hidrográfica	Cambio ODH (Mmc)	%Cambio OHD
2701-Río Porce	-521	-18%
2702-Alto Nechí	-459	-36%
2703-Bajo Nechí	-1133	-58%
2704-Directos al Bajo Nechí	-513	-62%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

Según se puede observar en la Ilustración 2.189, el cambio más grande se da para la subzona 2704-Directos al Bajo Nechí con una reducción del 62%.

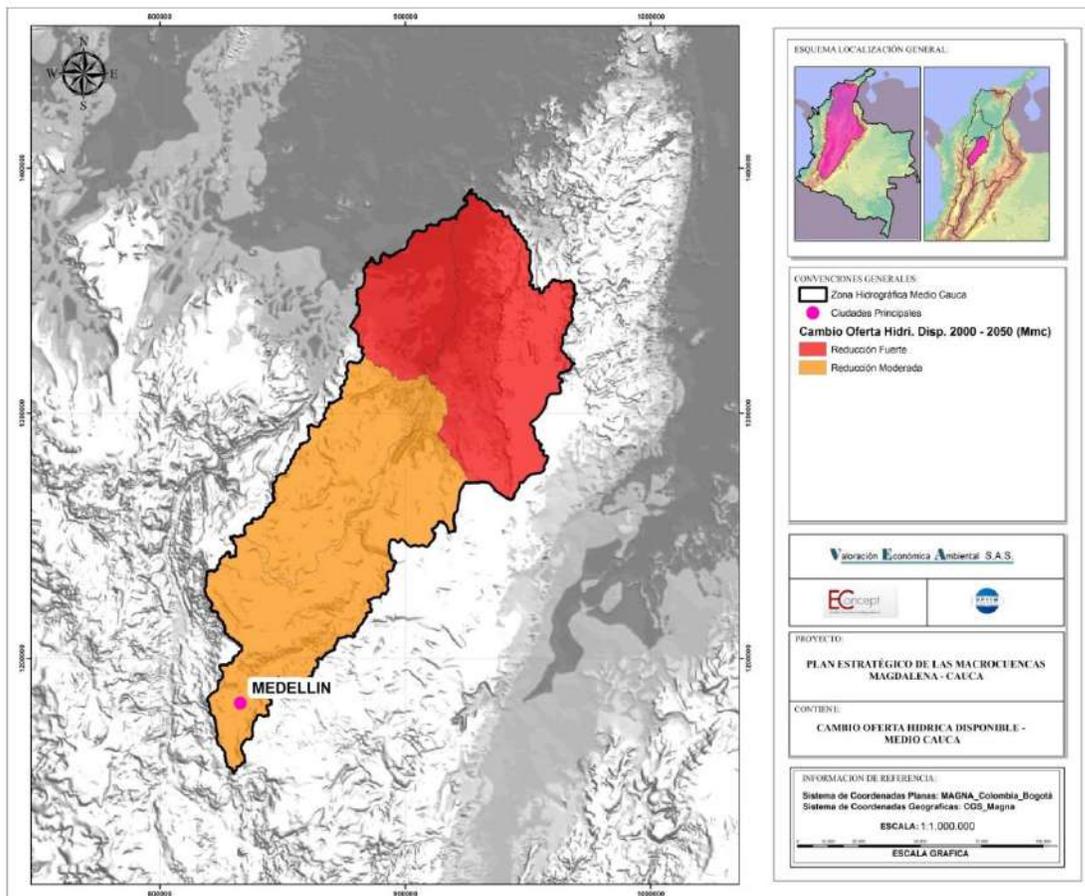
Ilustración 2.189. Principales cambios en la Oferta Hídrica Disponible zona hidrográfica Medio Magdalena



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la siguiente ilustración se muestra el mapa con el cambio en la oferta hídrica disponible; se presentan reducciones moderadas y fuertes en la OHD.

Ilustración 2.190. Mapa Oferta Hídrica Disponible para la zona hidrográfica Medio Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.6 Bajo Cauca

2.4.14.1.6.1 Temperatura

En la Tabla 2.228 se muestran las proyecciones de temperatura media mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que el cambio de temperatura entre los años 2000 y 2050 para las diferentes subzonas pertenecientes a la zona hidrográfica del Bajo Cauca se encuentra en un rango entre 3,09 y 3,28°C.

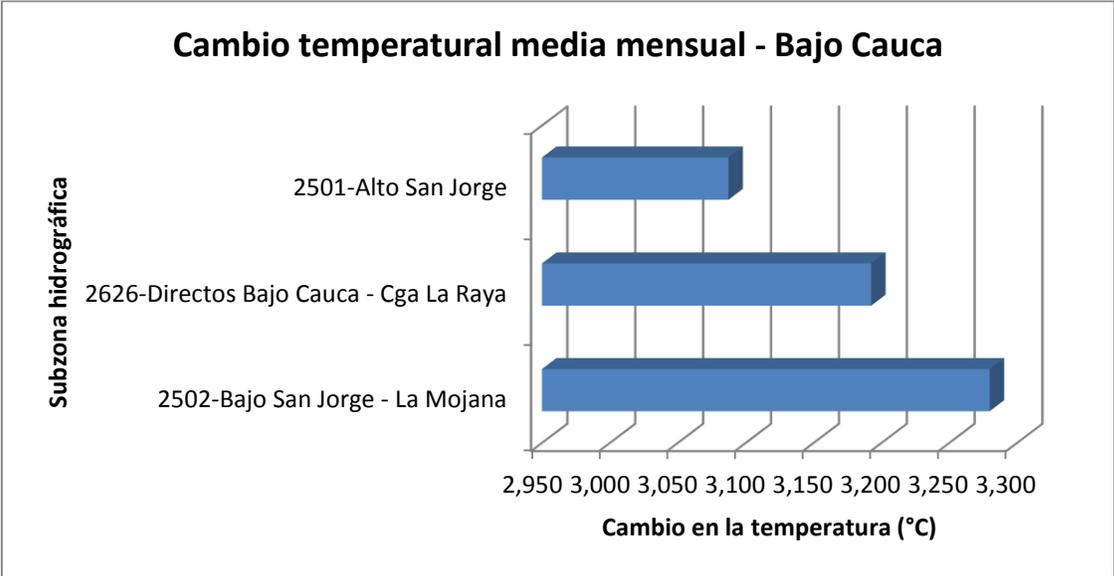
Tabla 2.228. Proyecciones de temperatura media mensual subzonas hidrográficas Bajo Cauca

Subzona hidrográfica	Temp. 2000 (°C)	Temp. 2020 (°C)	Temp. 2030 (°C)	Temp. 2040 (°C)	Temp. 2050 (°C)	Δ Temp. 2000-2050
2502-Bajo San Jorge - La Mojana	27,58	30,86	29,53	30,19	30,86	3,28
2626-Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	26,96	30,15	28,85	29,49	30,15	3,19
2501-Alto San Jorge	25,36	28,44	27,19	27,82	28,44	3,09

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.191 se muestra el cambio de temperatura media mensual entre los años 2000 y 2050 para las subzonas hidrográficas en la zona hidrográfica del Bajo Cauca. La subzona hidrográfica con un mayor cambio en la temperatura media mensual es 2502-Bajo San Jorge-La Mojana.

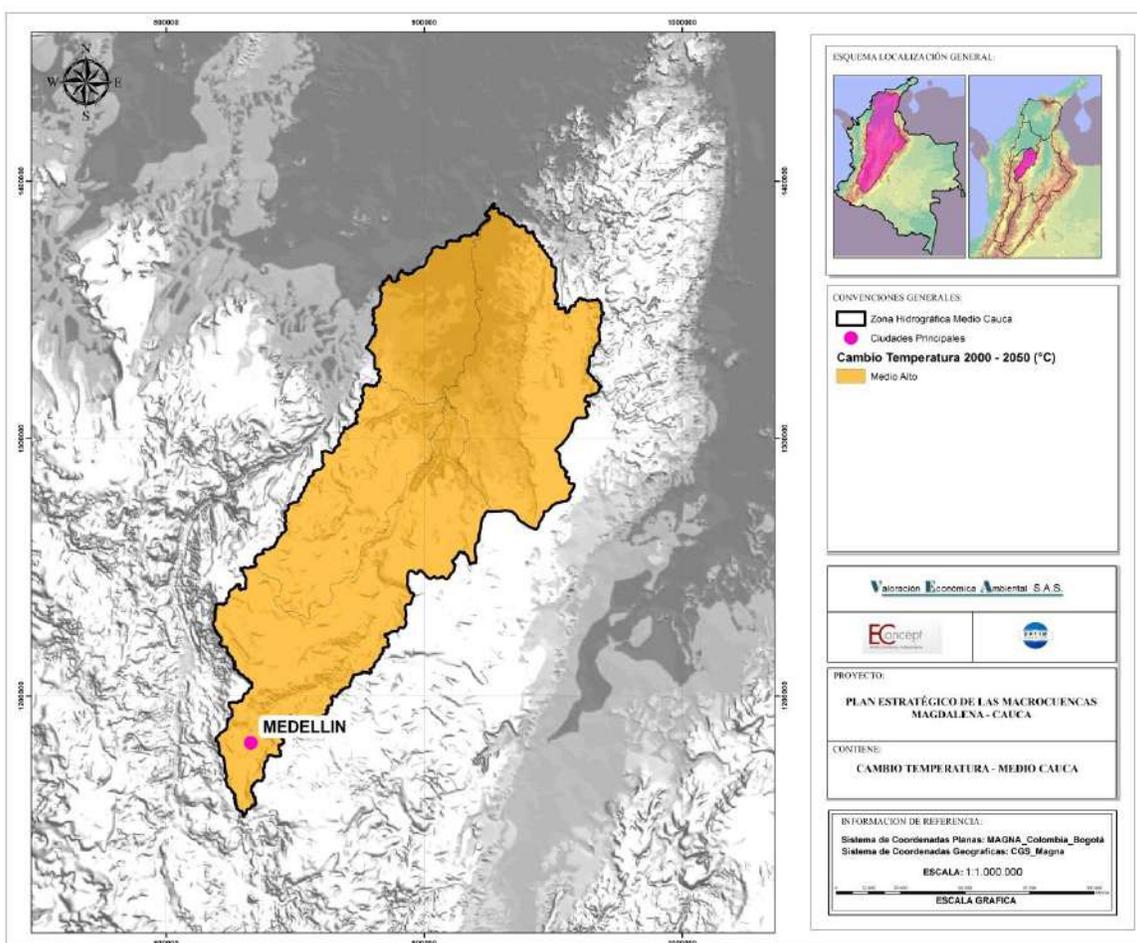
Ilustración 2.191. Cambio temperatura media mensual (2000-2050) zona hidrográfica Bajo Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.192 se puede observar la distribución por rangos en el área de la zona hidrográfica Bajo Cauca, mostrando que los cambios de temperatura en toda la zona se encuentran clasificados como medio altos.

Ilustración 2.192. Mapa Cambio temperatura zona hidrográfica Bajo Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.6.2 Precipitación

En lo referente a la precipitación, en la Tabla 2.229 se puede observar las proyecciones de la precipitación mensual para los años 2020, 2030, 2040 y 2050. Se observa que el cambio en la precipitación entre los años 2000 y 2050 es negativo (reducción en la precipitación) para todas las subzonas hidrográficas.

Tabla 2.229. Proyecciones de precipitación mensual (mm/mes) de subzonas hidrográficas Bajo Cauca

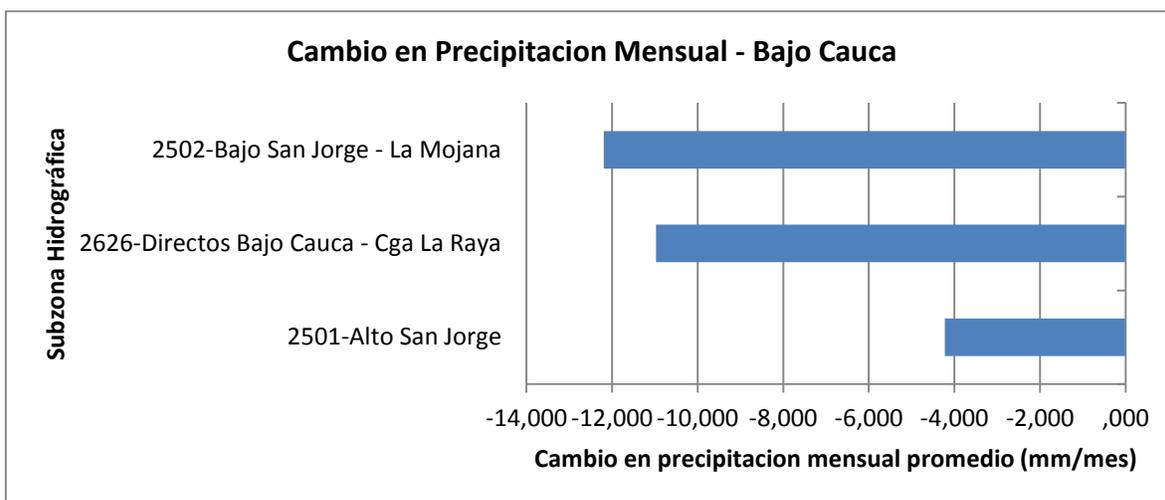
Subzona hidrográfica	Precip. 2000	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2502-Bajo San Jorge - La Mojana	166,46	165,27	156,27	158,59	154,27	-12,19	-7,33%
2626-Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	285,79	283,47	274,49	277,82	274,82	-10,97	-3,84%

Subzona hidrográfica	Precip. 2000	Precip. 2020	Precip. 2030	Precip. 2040	Precip. 2050	Δ Precip. 2000-2050	% Δ Precip. 2000-2050
2501-Alto San Jorge	202,28	202,01	192,87	199,89	198,05	-4,23	-2,09%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.193 se muestra el cambio en la precipitación mensual entre los años 2000 y 2050 en la zona hidrográfica del Bajo Cauca. La subzona hidrográfica 2502-Bajo San Jorge-La Mojana presenta la mayor reducción en la precipitación media mensual.

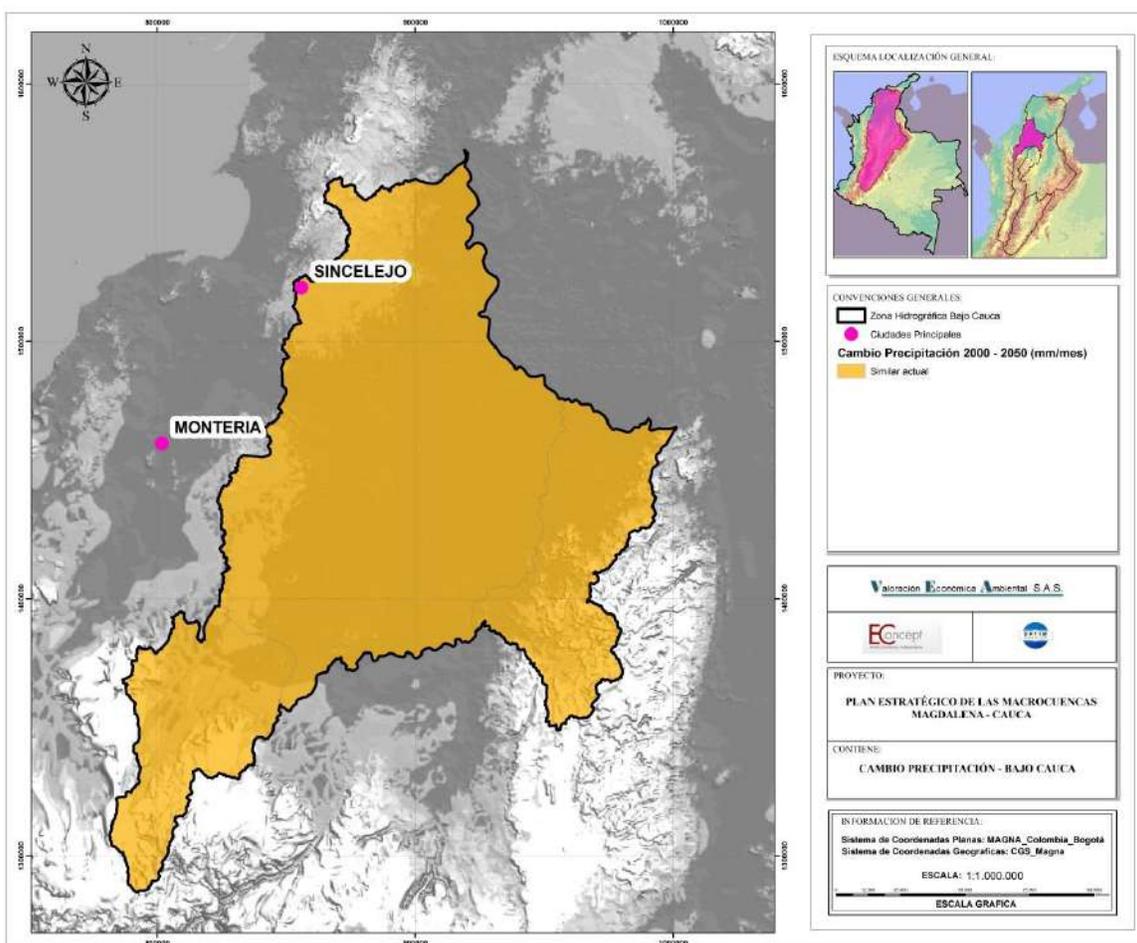
Ilustración 2.193. Cambio (2000-2050) en la precipitación mensual en la zona hidrográfica Bajo Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

En la Ilustración 2.194 se puede observar la distribución por rangos en el área de la zona hidrográfica Bajo Cauca, de acuerdo a lo cual toda la zona presentaría una precipitación similar a la actual.

Ilustración 2.194. Mapa Cambio en la Precipitación Mensual zona hidrográfica Bajo Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

2.4.14.1.6.3 Oferta hídrica disponible

El cambio en la oferta hídrica disponible (OHD) para la zona hidrográfica del Bajo Cauca es negativo para todas las subzonas; lo cual indica una disminución en su oferta hídrica disponible. Los valores para cada subzona se presentan a continuación:

Tabla 2.230. Cambio en la Oferta Hídrica Disponible en la zona hidrográfica Bajo Cauca

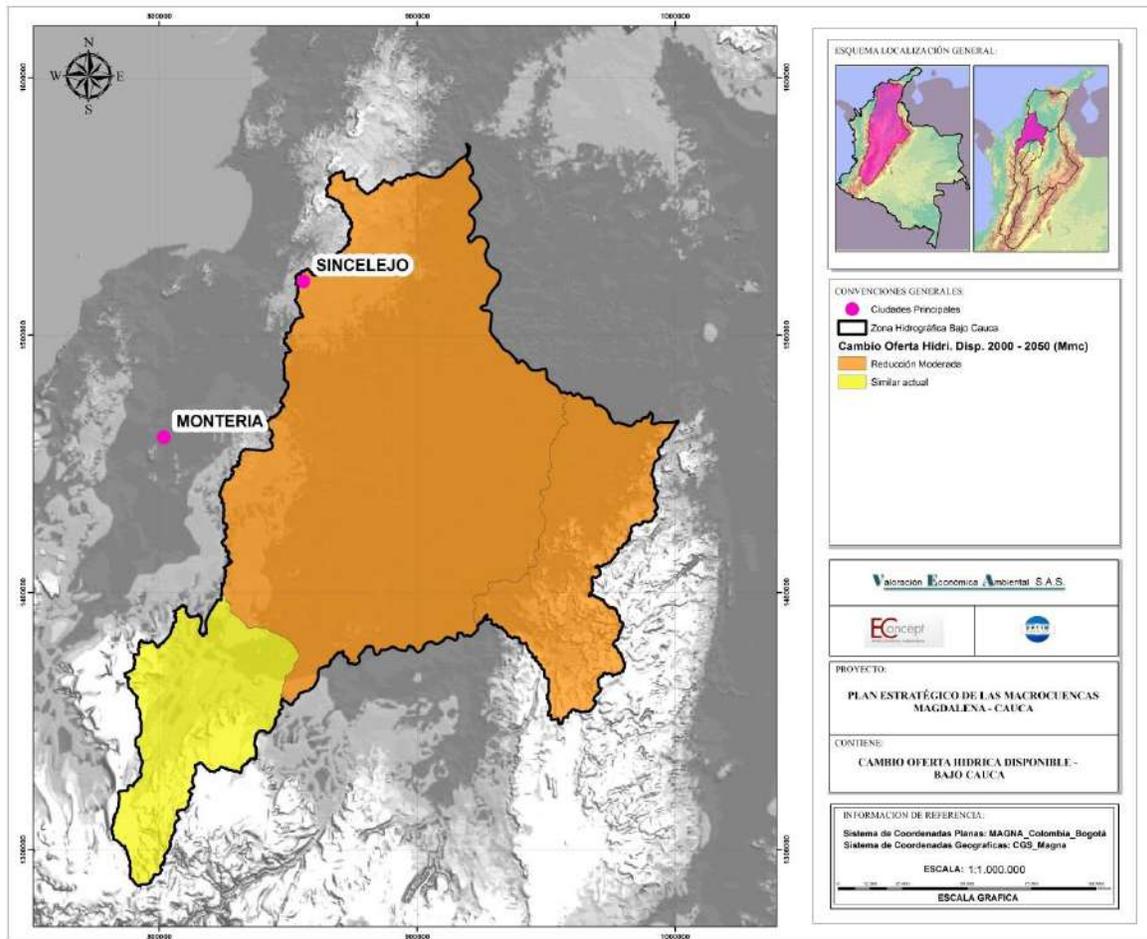
Subzona Hidrográfica	Cambio ODH (Mmc)	%Cambio OHD
2501-Alto San Jorge	-707	-15%
2502-Bajo San Jorge - La Mojana	-3607	-31%
2626-Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	-1447	-32%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramirez & Jarvis, 2008)

El cambio más grande se da para la subzona 2626-Directos al Bajo Cauca-Cga La Raya con una reducción del 32%.

En la siguiente ilustración se muestra el mapa con el cambio en la oferta hídrica disponible; se presentan ofertas hídricas similares a la actual, así como reducciones moderadas.

Ilustración 2.195. Mapa Oferta Hídrica Disponible para la zona hidrográfica Bajo Cauca



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ramírez & Jarvis, 2008)

2.4.15 Institucionalidad.

Como se ha mencionado a lo largo de este informe, una Macrocuena representa una gran extensión del territorio en donde se interrelacionan una serie de fenómenos sociales, económicos, ambientales y ecosistémicos. En ese extenso territorio tienen jurisdicción, presencia y competencia una serie de instituciones, las cuales marcan las reglas del juego necesarias para el adecuado funcionamiento de las interrelaciones de los aspectos antes nombrados, buscando un fin común, en este caso, un desarrollo armónico teniendo como eje fundamental al recursos hídrico. El buen funcionamiento de las instituciones que de una u otra manera intervienen en el territorio de una Macrocuena, y muy especialmente sus instancias de coordinación son un determinante para

alcanzar ese modelo de desarrollo deseado. No es el objetivo de este capítulo hacer una descripción detallada de las instituciones del orden nacional, regional y local que de alguna u otra manera intervienen en la planificación, administración, uso, aprovechamiento, seguimiento y control del recurso hídrico. Tal abanico de instituciones ha sido ampliamente descrito por la Unión Temporal en los informes de diagnóstico anteriores, en el cual ha descrito las funciones, competencias y sus problemáticas.

En la Política para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, expedida por el gobierno nacional en el año 2010⁵, se encuentra un análisis resumido de las principales problemáticas asociadas a la gestión del recurso hídrico en los tópicos de planificación, administración, seguimiento y monitoreo, normativa y gobernabilidad. En términos generales, se evidencian los siguientes aspectos:

- Dispersión legal y normativa
- Rezago en la normatividad
- Enfoque a nivel de CARs y no de cuenca
- Limitada capacidad de gestión ambiental en algunos CARs para exigir cumplimiento de la normativa en materia de gestión del agua.
- Falta de coordinación entre las CARs y el MAVDT
- La falta de información para sobre aspectos fundamentales sobre oferta, demanda y calidad del recurso hídrico tanto a nivel superficial como subterráneo.
- Deficiencias en el seguimiento y monitoreo
- La escasez de información calidad ambiental y el desempeño institucional de las entidades del SINA
- Ausencia de prioridades ambientales de los subsectores productivos
- Mecanismos de participación ciudadana
- Coordinación entre los institutos de investigación y otras entidades SINA
- Gasto público ambiental.

Es importante resaltar, los temas asociados a la gobernanza del agua. La Política para la gestión integral del recurso hídrico destaca que existen diferentes visiones desde distintos actores desde el gobierno nacional: minas y energía, agricultura, salud y educación entre otros, y desde el sector productivo: generadores de energía, empresas de servicios públicos, agricultores, ganaderos, hidrocarburos, minería, transporte, etc., que generalmente van en contravía y que no necesariamente actúan de manera coordinada. Adicionalmente, la PNGIRH plantea la necesidad de fortalecer las instancias de coordinación entre la cartera de ambiente y los ministerios de otras ramas en torno a la problemática transversal del recurso hídrico. Por ello, uno de los objetivos de la PNGIRH se enfocaba hacia la *“Garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo*

⁵ MAVDT. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*.

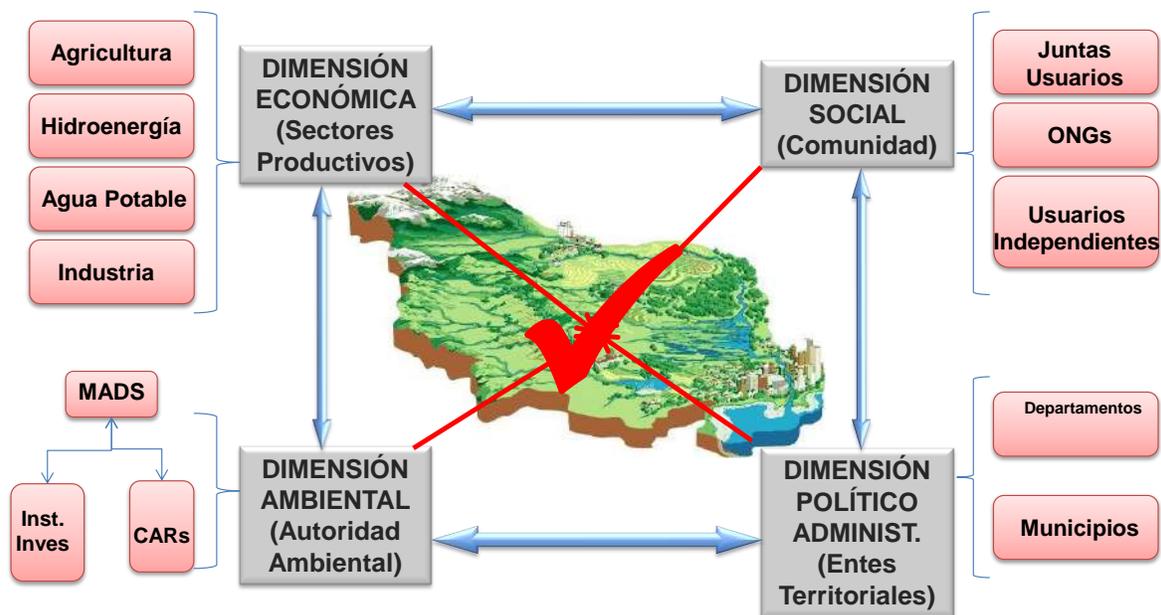
económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente.”

Consecuentemente, las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad democrática” considera a la gobernanza del agua como pilar fundamental para alcanzar la gestión integral del recurso hídrico e incluye *“A partir de la PNGIRH, se gestará un diálogo nacional, descentralizado, a través de la “MISIÓN AGUA”, para la asignación eficiente del recurso, oportunidades y responsabilidades de los sectores, que permita definir el esquema institucional y los mecanismos de articulación para asegurar la gobernanza pública en el ordenamiento del recurso y reducir los conflictos por uso”*.

La Misión Gobernanza del Agua (MGA) es un programa impulsado por la Presidencia de la República, cuya finalidad es mejorar la gobernanza sobre el agua a través de un diálogo democrático, participativo e intersectorial en todas las regiones del país, que cuenta con una amplia representación de todos los actores institucionales, públicos y privados y sobre todos de las comunidades locales que puedan exponer sus visiones, sus intereses y las problemáticas a las cuales se ven sometidos en materia de agua en el país (BID, 2012). En este sentido, la MGA se caracteriza por desarrollarse de manera sistémica, incluyente, interdisciplinar, democrática, participativa e intersectorial.

Es así como el MADS ha avanzado en la consolidación de un grupo de trabajo sobre los temas asociados a fortalecer la gobernanza del agua. La visión, como lo ha expresado el MADS se plasma en el siguiente esquema, en el que se puede apreciar las cuatro dimensiones del agua actuando sobre un extenso territorio:

Ilustración 2.196. Organización para la Gobernanza del Agua



Fuente: MADS. Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico. (2013).

De acuerdo con el esquema anterior, el MADS en una visión muy acertada, considera actores públicos y privados, del ámbito nacional, regional y local, en las cuatro dimensiones del agua a saber: económica, social, ambiental y político administrativa, que de manera conjunta intervienen en un territorio extenso y que requieren una instancia de coordinación para que de manera conjunta y armónica conduzcan al modelo de desarrollo de la Macrocuenca teniendo como eje articulador el recurso hídrico y otros recursos naturales asociados.

Por otra parte, la cartera ambiental ha identificado muy bien que a nivel regional se dan una serie de procesos de planificación, vigilancia, seguimiento y control de aspectos relativos a la gestión del recurso hídrico. Las autoridades ambientales regionales cuentan con sus planes de acción y realizan la vigilancia y control a nivel de su jurisdicción regional. Ellas además aprueban los planes de ordenamiento y manejo de cuencas POMCAS. Por su parte, los municipios cuentan con sus Planes de Ordenamiento Territorial y sus planes de desarrollo. De igual forma las gobernaciones. Al nivel nacional, las carteras ministeriales, las nuevas agencias estatales: infraestructura, minera, hidrocarburos, y otros entes, tienen sus planes, proyectos e intervenciones que de una u otra forma impactan en el recurso hídrico. Por su parte, pertenecientes a la dimensión económica está la industria, los generadores de energía, las ESP, los agricultores, los ganaderos, entre otros, principales usuarios y demandantes del recurso hídrico, en cantidad y calidad.

En ese sentido, la gestión del recurso hídrico carecía de una instancia de coordinación del orden macro, con visión nacional, y que integrara los planes, políticas, proyectos e intervenciones en general de todos aquellos actores de todos los ámbitos (nacional, regional y local), pertenecientes a las cuatro dimensiones de la gobernanza del agua. Precisamente el Decreto 1640 de 2013, en su Título II define a los PE como un *“Instrumento de planificación ambiental de largo plazo que con*

visión nacional, constituye el marco para la formulación, ajuste y/o ejecución de los diferentes instrumentos de política, planificación, planeación, gestión, y de seguimiento existentes en cada una de ellas". Estos planes estratégicos, de acuerdo con el mencionado decreto, serán realizados con la información disponible, a escala 1:1.500.000, bajo el liderazgo del MADS, teniendo en cuenta la participación de los actores sociales claves. El mismo decreto crea una instancia de coordinación institucional denominada "Consejos Ambientales Regionales de Macrocuencas" - CARMAC, el cual será el escenario para⁶:

"

- 1. Participación en la formulación y seguimiento del Plan.*
- 2. Recolección de información sobre el estado y tendencia de la base natural y de las actividades socioeconómicas presentes.*
- 3. Promover la incorporación de los lineamientos y directrices que resulten de los Planes Estratégicos, en los instrumentos de planificación y planes de acción de las instituciones y sectores productivos presentes en la Macrocuenca.*
- 4. Promover acuerdos interinstitucionales e intersectoriales y acciones estratégicas sobre el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y desarrollo sostenible de las actividades sociales y económicas que se desarrollan en las Áreas Hidrográficas o Macrocuencas.*

"

Como se puede concluir de lo anterior, este Consejo sería el principal instrumento por medio del cual el Gobierno Nacional armonizaría, acordaría y ordenaría transversalmente con los entes públicos y privados del nivel nacional, y al nivel regional, las comunidades de la región, aquellas acciones, intervenciones, regulaciones y políticas que de una u otra forma se relacionan con la gestión del recurso hídrico. Sería además el ámbito principal de coordinación en lo relacionado con el ordenamiento territorial teniendo como eje fundamental el agua.

Adicionalmente, el artículo 14 del Decreto 1640 de 2013, considera que el Consejo debe convocar a los siguientes actores clave de la Macrocuenca:

"

- 1. El Ministro o su(s) delegado(s) de los sectores representativos de la Macrocuenca.*

⁶ Artículo 14 del Decreto 1640 de 2013 MADS

2. El Director o su delegado de las autoridades ambientales competentes de la respectiva Macrocuenca.

3. El Gobernador o su delegado de los departamentos integrantes de la Macrocuenca.

4. Los alcaldes de los municipios que integran la Macrocuenca en cuya jurisdicción se desarrollen actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.

5. Un (1) representante de las Cámaras sectoriales que agrupan a los sectores que desarrollan actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.

6. Las demás que considere relevantes en cada caso particular.

“

Surge entonces la pregunta acerca de: a cual cartera ministerial convocar en determinada subzona hídrica a fin de adelantar la formulación, implementación y seguimiento del Plan Estratégico? Que gobernador o Alcalde es de importancia estratégica para la formulación de los PE? Que Cámaras Sectoriales, agremiaciones, o asociaciones con cruciales en determinada subzona hídrica?. El análisis presentado a continuación muestra la jurisdicción política administrativa existente en cada una de las zonas de tratamiento. Se especifica el área en hectáreas que representa dicha jurisdicción haciendo especial énfasis en los lugares de mayor y menor tamaño, ya que de ello se derivan las medidas a tomar en términos de administración del territorio. Posteriormente se muestran las subzonas con mayor concentración de departamentos, municipios y parques con jurisdicción dentro de sus límites. Ello dará luces a fin de ir perfilando aquellos actores institucionales que de una u otra manera participarían en la formulación, implementación y seguimiento a los PE.

2.4.15.1 Alto Cauca

Se definen cuáles son los departamentos que mayor área poseen con jurisdicción política administrativa.

Tabla 2.231: Área en jurisdicción de los Departamentos del Alto Cauca. Clasificación de mayor a menor área (ha).

DEPARTAMENTO	Área(ha)	% Área Total
Antioquia	1.466.679,9	35,420%
Valle Del Cauca	1.070.599,6	25,852%
Cauca	742.713,6	17,934%
Caldas	415.479,5	10,037%
Risaralda	247.670,5	5,984%
Quindío	192.911,5	4,657%
Tolima	1.982,0	0,040%
Córdoba	1.956,5	0,041%

DEPARTAMENTO	Área(ha)	% Área Total
Chocó	513,6	0,012%
Huila	135,8	0,003%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Para Alto Cauca se observa que los departamentos de mayor área con jurisdicción son principalmente Antioquia y Valle del Cauca con 1.466.679,9 y 1.070.599,6 hectáreas respectivamente, mientras que Choco y Huila son los que menor área poseen.

Tabla 2.232: Área en jurisdicción de los Municipios del Alto Cauca. Clasificación de mayor a menor área (ha).

MUNICIPIO	Área(ha)	% Área Total
Tarazá	157.516,4	3,80%
Cáceres	128.881,5	3,11%
Ituango	117.761,4	2,84%
Palmira	100.387,0	2,42%
Tuluá	90.708,9	2,19%
Buga	82.937,8	2,00%
Jamundí	61.829,0	1,49%
Pereira	60.947,8	1,47%
Suárez	59.302,6	1,43%
Cali	56.958,9	1,37%
OTROS (Menor a 1,37%)	3.223.411,0	77,84%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Los municipios Tarazá, Cáceres e Ituango del departamento de Antioquia, son los que tienen mayor área en jurisdicción con 157.516,4, 128.881,5 y 117.761,4 hectáreas respectivamente. Por otra parte, los municipios de menor área pertenecen a los departamentos Valle del Cauca y Antioquia.

Tabla 2.233: Área en jurisdicción de los Parques Nacionales Naturales del Alto Cauca.

PARQUE	AREA(ha)	% Área Total
Los Nevados	33.488,7	0,804%
Las Hermosas	26.966,6	0,655%
Farallones De Cali	24.612,2	0,592%
Paramillo	10.637,8	0,252%
Tatamá	8.554,0	0,204%
Puracé	7.713,7	0,180%
Nevado Del Huila	4.454,0	0,102%
Otún Quimbaya	411,0	0,009%
Munchique	196,5	0,004%
Total	117.034,4	2,82%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Para Alto Cauca los tres principales parques son los Nevados, las Hermosas y Farallones de Cali, con 33.488,7, 26.966,6 y 24.612,2 hectáreas respectivamente. Se observa que solo un 2.82% del área total corresponde a parques Nacionales Naturales en esta zona. El porcentaje de Área total calculado depende del área total en jurisdicción para ésta zona.

A continuación se muestran las subzonas del Alto Cauca con mayor número de departamentos, municipios y parques que tienen jurisdicción sobre las mismas. Determinando que zonas requieren que se defina el ente territorial con poder para tomar medidas, según su plan de ordenamiento. A continuación se muestran las diez subzonas con mayor número de departamentos con jurisdicción sobre las mismas.

Tabla 2.234: Número de Departamentos por subzona. Alto Cauca.

Subzona	N° Dep
Río Otún	5
Río Risaralda	4
Río San Juan	4
Río La Vieja	4
Río Desbaratado	3
Río Tapias y otros directos al Cauca	3
Río Frío y Otros Directos al Cauca	3
Río Bugalagrande	3
Río Chinchiná	3
Directos Río Cauca (mi)	3

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En la siguiente tabla se muestran las diez subzonas con mayor número de municipios con jurisdicción dentro de ellas.

Tabla 2.235: Número de Municipios por subzona. Alto Cauca.

Subzona	N° Mun
Directos Río Cauca (mi)	51
Directos Río Cauca (md)	49
Río Frío y Otros Directos al Cauca	32
Río La Vieja	26
Río Risaralda	19
Río Tapias y otros directos al Cauca	18
Río San Juan	17
Río Arma	17
Río Otún	17
Río Palo	16

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

A continuación se muestran las diez subzonas con mayor número de parques nacionales con jurisdicción dentro de las mismas.

Tabla 2.236: Número de parques por subzona. Alto Cauca

Subzona	N° Parques
Directos Río Cauca (mi)	2
Río Otún	2
Río La Vieja	2
Río Salado y otros directos Cauca	1
Río Palo	1
Directos al Río Cauca (mi)	1
Río Amaime	1
Río Purace	1
Río Bugalagrande	1
Río Tulua	1

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En conclusión se observa que principalmente las subzonas de *Directos Río Cauca (mi)*, *Río Otún* y *Río la Vieja* tienen alta jurisdicción dado el número de parques y la gran concentración de poderes por alto número de departamentos y municipios en la zona, con diversos planes de ordenamiento territorial.

En la siguiente tabla se muestra el área en hectáreas ocupada por Comunidades Negras y Afro descendientes para la zona de Alto Cauca, donde se especifican las subzonas involucradas.

Tabla 2.237: Área ocupada por comunidades Negras y Afro descendientes. Alto Cauca.

Subzona	Nombre Comunidades N.A	Área (ha)	% Área Subzona	% Área Total
Río Salado y otros directos Cauca	Playón Río Siguí	38,8	0,03020%	0,000741%
Directos Río Cauca (md)	San Nicolás	27,0	0,01447%	0,000574%
Río Frío	Acadesán	12,4	0,03210%	0,000204%
Directos Río Cauca (mi)	San Nicolás	0,2	0,00004%	0,000004%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En general el área ocupada por estas comunidades es poca, dados los valores en los porcentajes. A continuación se muestra el área en hectáreas ocupada por resguardos indígenas, donde se especifican las subzonas involucradas. El porcentaje de área total calculado depende del área total en hectáreas de Alto Cauca.

Tabla 2.238: Área ocupada por resguardos Indígenas. Alto Cauca.

Subzona	Nombre Resguardo Indígena	Área(ha)	% Área Subzona	% Área Total
Río Piendamó	Guambía	17.717,3	30,35%	0,35%
Alto Río Cauca	Kokonuco	7.986,2	9,40%	0,15%
Alto Río Cauca	Paletará	6.834,1	8,05%	0,13%
Río Fraile y otros directos al Cauca	Triunfo Cristal	5.858,2	4,62%	0,11%
Río Palo	Jambaló	5.605,1	3,39%	0,11%
Río Frío y Otros Directos al Cauca	San Lorenzo	5.313,2	3,24%	0,10%
Río Taraza - Río Man	Jaidezaví	4.788,4	1,86%	0,09%
Río Palo	Huellas	4.388,2	2,65%	0,08%

Subzona	Nombre Resguardo Indígena	Área(ha)	% Área Subzona	% Área Total
Río Ovejas	Quichaya	3.953,3	4,28%	0,07%
Río Palo	Corinto López Adentro	2.807,4	1,70%	0,05%
OTROS (Menor a 0,05%)		29.163,7		0,58%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En general se observa que los resguardos tienen un porcentaje de área total bajo, con un 2.28%. Por otra parte en la Subzona de *Río Piendamó* el 30.35% del territorio es del resguardo Guambía, lo cual indiscutiblemente vuelve este resguardo un actor clave para cualquier gestión de la Subzona.

Un análisis de los actores de la zona del Alto Cauca que podrían ser convocados en la conformación del CARMAC de la Macrocuena, de acuerdo con los criterios antes evaluados se muestra a continuación:

Tabla 2.239: conformación del CARMAC – Cauca Alto.

CONFORMACION DEL CARMAC	ACTOR CLAVE
1. El Ministro o su(s) delegado(s) de los sectores representativos de la Macrocuena.	MADS, MINMINAS, MINAGRICULTURA, MINTRANSPORTE
2. El Director o su delegado de las autoridades ambientales competentes de la respectiva Macrocuena.	CORANTIOQUIA, CVC, CORPOCALDAS, CRC.
3. El Gobernador o su delegado de los departamentos integrantes de la Macrocuena.	ANTIOQUIA, VALLE, CAUCA, CALDAS
4. Los alcaldes de los municipios que integran la Macrocuena en cuya jurisdicción se desarrollen actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.	TARAZÁ, CÁCERES, ITUANGO, PALMIRA, TULUÁ, BUGA, JAMUNDÍ, PEREIRA, SUÁREZ, CALI
5. Un (1) representante de las Cámaras sectoriales que agrupan a los sectores que desarrollan actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.	ACOLGEN, ASOCAÑA, FEDECAFE, ANDESCO, SAC.
6. Las demás que considere relevantes en cada caso particular.	UAESPNN; Resguardo Indígena de Guambía, Kokonuco, Peleterá

Fuente: UT, con base en la información procesada.

A continuación se presentara la principal información predial de esta zona hidrográfica. Primero se presentan en la siguiente tabla las subzonas con el mayor índice de tamaño predial.

Tabla 2.240 Subzonas con mayor índice de tamaño predial

Subzona	Índice
Directos al Cauca (md)	94,84
Río Tarazá - Río Man	82,68
Río Guadalajara	28,07
Río Tuluá	22,82
Río Paila	21,86

Fuente: UT Macrocuencas con información de (Catastro, 2009)

En contraste se presenta en la siguiente tabla las subzonas que tienen el menor índice de tamaño predial.

Tabla 2.241 Subzonas con menor índice de tamaño predial

Subzona	Índice
Río Desbaratado	6,76
Alto Río Cauca	6,08
Río Quinamayo y otros directos al Cauca	5,72
Río Piendamó	5,18
Río Ovejas	4,37

Fuente: UT Macrocuencas con información de (Catastro, 2009)

2.4.15.2 Medio Cauca

Se definen cuáles son los departamentos que mayor área poseen con jurisdicción político administrativa.

Tabla 2.242: Área en jurisdicción de los Departamentos del Medio Cauca. Clasificación de mayor a menor área (ha).

DEPARTAMENTO	Área(ha)	% Área Total
Antioquia	1.381.289,2	94,52%
Bolívar	80.077,8	5,47%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Para medio Cauca se observa que el departamento que tiene mayor área con jurisdicción es Antioquia con 1.381.289,2 hectáreas, mientras que Bolívar posee 80.077,8.

Tabla 2.243: Área en jurisdicción de los Municipios del Medio Cauca. Clasificación de mayor a menor área (ha).

MUNICIPIO	Área(ha)	% Área Total
El Bagre	158.024,1	10,81%
Anorí	141.233,0	9,66%
Zaragoza	117.557,2	8,04%
Amalfi	114.444,5	7,83%
Segovia	88.602,2	6,06%
Santa Rosa De Osos	83.324,5	5,70%
Caucasia	75.134,2	5,14%
Nechí	66.548,2	4,55%
Cáceres	62.061,6	4,24%
Remedios	57.307,8	3,92%
OTROS (Menor a 3,92%)	497.129,6	34,01%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Los municipios El Bagre, Anorí y Zaragoza del departamento de Antioquia, son los que tienen mayor área con jurisdicción con 158.024,1, 141.233,0 y 117.557,2 hectáreas respectivamente. Los municipios de menor área también pertenecen al departamento de Antioquia principalmente.

A continuación se muestran las subzonas del Medio Cauca con mayor número de departamentos, municipios y parques que tienen jurisdicción sobre las mismas. Determinando que zonas requieren

que se defina el ente territorial con poder para tomar medidas, según su plan de ordenamiento. A continuación se muestran las subzonas con mayor número de departamentos con jurisdicción sobre las mismas.

Tabla 2.244: Número de Departamentos por subzona. Medio Cauca.

Subzona	N° Dep
Directos al Bajo Nechí	1
Río Porce	1
Bajo Nechí	1

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En la siguiente tabla se muestran las diez subzonas con mayor número de municipios con jurisdicción dentro de ellas.

Tabla 2.245: Número de Municipios por subzona. Medio Cauca.

Subzona	N° Mun
Río Porce	43
Alto Nechí	11
Bajo Nechí	10
Directos al Bajo Nechí	5

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En conclusión se observa que principalmente las subzonas de *Río Porce* y *Alto Nechi* tienen alta jurisdicción dado la gran concentración de poderes por alto número de departamentos y municipios en la zona, con diversos planes de ordenamiento territorial.

En la siguiente tabla se muestra el área en hectáreas ocupada por Comunidades Negras y Afro descendientes para la zona de Medio Cauca, donde se especifican las subzonas involucradas.

Tabla 2.246: Área ocupada por comunidades Negras y Afro descendientes. Medio Cauca.

Subzona	Nombre Comunidades N.A	Área(ha)	% Área Subzona	% Área Total
Río Porce	Porce Medio	2.941,8	0,56%	0,203%
Río Porce	Bocas De Caná	1.784,4	0,34%	0,128%
Bajo Nechí	Chaparroza	1.519,0	0,34%	0,108%
Bajo Nechí	Nueva Esperanza	1.440,2	0,32%	0,100%
Río Porce	El Aguacate	880,6	0,17%	0,061%
Bajo Nechí	Villa Grande	665,4	0,15%	0,057%
Alto Nechí	Bocas De Caná	254,9	0,09%	0,025%
Bajo Nechí	Pueblo Nuevo	152,2	0,03%	0,010%
Alto Nechí	El Aguacate	99,2	0,03%	0,007%
Río Porce	Pueblo Nuevo	84,0	0,02%	0,006%
OTROS (Menor a 0,005%)		10,7		0,007%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En general las comunidades no representan un porcentaje del área total relevante. A continuación se muestra el área en hectáreas ocupada por resguardos indígenas, donde se especifican las

subzonas involucradas. El porcentaje de área total calculado depende del área total en hectáreas de Medio Cauca.

Tabla 2.247: Área ocupada por resguardos Indígenas. Medio Cauca.

Subzona	Nombre Resguardo Ind	Área(ha)	% Área Subzona	% Área Total
Bajo Nechí	TAGUAL-LA PO	1.834,7	0,41%	0,13%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En general, se observa para éste resguardo que el porcentaje que ocupa del área total es bajo con un 0.13%.

Un análisis de los actores de la zona del Medio cauca que podrían ser convocados en la conformación del CARMAC de la Macrocuena, de acuerdo con los criterios antes evaluados se muestra a continuación:

Tabla 2.248: conformación del CARMAC – Cauca Medio.

CONFORMACION DEL CARMAC	ACTOR CLAVE
1. El Ministro o su(s) delegado(s) de los sectores representativos de la Macrocuena.	MADS, MINMINAS, MINAGRICULTURA, MINTRANSPORTE
2. El Director o su delegado de las autoridades ambientales competentes de la respectiva Macrocuena.	CORANTIOQUIA, CSB, CORPOMOJANA
3. El Gobernador o su delegado de los departamentos integrantes de la Macrocuena.	ANTIOQUIA, BOLIVAR
4. Los alcaldes de los municipios que integran la Macrocuena en cuya jurisdicción se desarrollen actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.	EL BAGRE, ANORÍ, ZARAGOZA, AMALFI, SEGOVIA, SANTA ROSA DE OSOS, CAUCASIA, NECHÍ, CÁCERES, REMEDIOS
5. Un (1) representante de las Cámaras sectoriales que agrupan a los sectores que desarrollan actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.	ACOLGEN, ANDESCO, SAC, FEDEGAN, CAMARA DE LA GRAN MINERIA, ASOMINEROS
6. Las demás que considere relevantes en cada caso particular.	UAESPNN, AGENCIA NACIONAL MINERA.

Fuente: UT, con base en la información procesada.

A continuación se presentara la principal información predial de esta zona hidrográfica. En la siguiente tabla se muestra el índice de tamaño predial de las subzonas.

Tabla 2.249 Índice de tamaño predial

Subzona	Índice
Bajo Nechí	76,62
Alto Nechí	31,81

Río Porce	13,38
-----------	-------

Fuente: UT Macrocuencas con información de (Catastro, 2009)

2.4.15.3 Bajo Cauca

Se definen cuáles son los departamentos que mayor área poseen con jurisdicción político administrativa.

Tabla 2.250: Área en jurisdicción de los Departamentos del Bajo Cauca. Clasificación de mayor a menor área (ha).

DEPARTAMENTO	Área(ha)	% Área Total
Córdoba	978.094,3	38,35%
Sucre	811.285,2	31,81%
Bolívar	689.353,6	27,03%
Antioquia	70.648,4	2,77%
Magdalena	902,6	0,03%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Para bajo Cauca se observa que los departamentos con mayor área en jurisdicción son principalmente Córdoba y Sucre con 978.094,3 y 811.285,2 hectáreas respectivamente, mientras que Antioquia y Magdalena son los que menor área poseen.

Tabla 2.251: Área en jurisdicción de los Municipios del Bajo Cauca. Clasificación de mayor a menor área (ha).

MUNICIPIO	Área(ha)	% Área Total
Ayapel	193.272,3	7,57%
Montecristo	181.743,8	7,12%
Puerto Libertador	164.827,0	6,46%
San Benito Abad	155.382,8	6,09%
Montelíbano	150.593,1	5,90%
Magangué	111.897,1	4,38%
Sucre	106.696,9	4,18%
Majagual	97.120,8	3,80%
San Marcos	96.918,7	3,80%
Achí	96.798,0	3,79%
OTROS (Menor a 3,79%)	1.195.033,5	46,85%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Los municipios Ayapel, Montecristo y Puerto Libertador de los departamentos de Córdoba y Bolívar, son los que tienen mayor área en jurisdicción con 193.272,3, 181.743,8 y 164.827,0 hectáreas respectivamente. Por otra parte, los municipios con área muy baja, poseen 46.85% del área total.

Tabla 2.252: Área en jurisdicción de los Parques Nacionales Naturales del Bajo Cauca.

PARQUE	AREA(ha)	% Área Total
Paramillo	114.972,5	4,50%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

El parque de Paramillo tiene jurisdicción en la zona de Bajo Cauca, con 114.972,5 hectáreas. A continuación se muestran las subzonas del Bajo Cauca con mayor número de departamentos, municipios y parques que tienen jurisdicción sobre las mismas. Determinando que zonas requieren que se defina el ente territorial con poder para tomar medidas, según su plan de ordenamiento. A continuación se muestran las tres subzonas con mayor número de departamentos con jurisdicción sobre las mismas.

Tabla 2.253: Número de Departamentos por subzona. Bajo Cauca.

Subzona	N° Dep
Bajo San Jorge - La Mojana	5
Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	2
Alto San Jorge	2

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En la siguiente tabla se muestran las tres subzonas con mayor número de municipios con jurisdicción dentro de ellas.

Tabla 2.254: Número de Municipios por subzona. Bajo Cauca.

Subzona	N° Mun
Bajo San Jorge - La Mojana	47
Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	16
Alto San Jorge	10

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

A continuación se muestran las diez subzonas con mayor número de parques nacionales con jurisdicción dentro de las mismas.

Tabla 2.255: Número de parques por subzona. Bajo Cauca

Subzona	N° Parques
Alto San Jorge	1

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En conclusión se observa que principalmente las subzonas de *Bajo San Jorge - La Mojana* y *Directos Bajo Cauca - Cga La Raya* tienen alta jurisdicción dado la gran concentración de poderes por alto número de departamentos y municipios en la zona, con diversos planes de ordenamiento territorial.

A continuación se muestra el área en hectáreas ocupada por resguardos indígenas, donde se especifican las subzonas involucradas. El porcentaje de área total calculado depende del área total en hectáreas de Bajo Cauca.

Tabla 2.256: Área ocupada por resguardos Indígenas. Bajo Cauca.

Subzona	Nombre Resguardo Indígena	Área(ha)	% Área Subzona	% Área Total
Alto San Jorge	Quebrada Cañaveral	2.632,6	0,66%	0,10%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

El porcentaje que ocupa del área total es bajo con un 0.10%.

Un análisis de los actores de la zona del Bajo cauca que podrían ser convocados en la conformación del CARMAC de la Macrocuenca, de acuerdo con los criterios antes evaluados se muestra a continuación:

Tabla 2.257: conformación del CARMAC – Cauca Bajo.

CONFORMACION DEL CARMAC	ACTOR CLAVE
1. El Ministro o su(s) delegado(s) de los sectores representativos de la Macrocuenca.	MADS, MINMINAS, MINAGRICULTURA, MINTRANSPORTE
2. El Director o su delegado de las autoridades ambientales competentes de la respectiva Macrocuenca.	CARSUCRE, CVS, CARDIQUE, CSB, CORPOMOJANA
3. El Gobernador o su delegado de los departamentos integrantes de la Macrocuenca.	SUCRE, CORDOBA, BOLIVAR
4. Los alcaldes de los municipios que integran la Macrocuenca en cuya jurisdicción se desarrollen actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.	AYAPEL, MONTECRISTO, PUERTO LIBERTADOR, SAN BENITO ABAD, MONTELÍBANO, MAGANGUÉ, SUCRE, MAJAGUAL, SAN MARCOS, ACHÍ
5. Un (1) representante de las Cámaras sectoriales que agrupan a los sectores que desarrollan actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.	ANDESCO, SAC, FEDEGAN, CAMARA DE LA GRAN MINERIA, ASOMINEROS
6. Las demás que considere relevantes en cada caso particular.	UAESPNN, AGENCIA NACIONAL MINERA.

Fuente: UT, con base en la información procesada.

A continuación se presentara la principal información predial de esta zona hidrográfica. En la siguiente tabla se muestra el índice de tamaño predial de las subzonas.

Tabla 2.258 Índice de tamaño predial

Subzona	Índice
Alto San Jorge	47,15
Directos Bajo Cauca - Cga La Raya	34,70
Bajo San Jorge - La Mojana	34,43

Fuente: UT Macrocuencas con información de (Catastro, 2009)

2.4.15.4 Alto Magdalena

Se definen cuáles son los departamentos que mayor área poseen con jurisdicción político administrativa.

Tabla 2.259: Área en jurisdicción de los Departamentos del Alto Magdalena. Clasificación de mayor a menor área (ha).

DEPARTAMENTO	Área(ha)	% Área Total
Tolima	2.303.622,3	42,53%
Huila	1.816.319,1	33,53%
Cundinamarca	895.941,5	16,54%

DEPARTAMENTO	Área(ha)	% Área Total
Cauca	269.247,9	4,97%
Sata Fe De Bogotá D.C.	124.934,6	2,30%
Meta	2.392,3	0,04%
Caquetá	2.391,8	0,04%
Quindío	538,4	0,009%
Valle Del Cauca	283,2	0,005%
Caldas	35,7	0,0006%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Para alto Magdalena se observa que los departamentos de mayor área con jurisdicción son principalmente Tolima y Huila con 2.303.622,3 y 1.816.319,1 hectáreas respectivamente, mientras que Valle del Cauca y Caldas son los que menor área poseen.

Tabla 2.260: Área en jurisdicción de los Municipios del Alto Magdalena. Clasificación de mayor a menor (ha).

MUNICIPIO	Área(ha)	% Área Total
Chaparral	210.292,7	3,88%
Rioblanco	204.530,4	3,77%
Planadas	174.982,8	3,23%
Páez (Belalcázar)	169.942,1	3,13%
Colombia	161.730,0	2,98%
Ibagué	137.952,7	2,54%
San Agustín	137.043,4	2,53%
Bogotá, D.C.	124.934,6	2,30%
Neiva	120.625,3	2,22%
Ataco	100.291,1	1,85%
OTROS (Menor A 1,85%)	3.873.397,7	71,52%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Los municipios Chaparral, Rioblanco y Planadas del departamento de Tolima, son los que tienen mayor área en jurisdicción con 210.292,7, 204.530,4 y 174.982,8 hectáreas respectivamente. Por otra parte, los municipios de menor área poseen el 71.52% del área total en jurisdicción.

Tabla 2.261: Área en jurisdicción de los Parques Nacionales Naturales del Alto Magdalena.

PARQUE	AREA(ha)	% Área Total
Nevado Del Huila	152.960,2	2,82%
Las Herosas	97.746,0	1,80%
Puracé	50.053,9	0,92%
Sumapaz	33.916,4	0,62%
Los Nevados	23.761,8	0,43%
Cueva De Los Guacharos	5.257,5	0,09%
Serranía De Los Churumbelos	3.392,1	0,06%
Chingaza	1.121,7	0,020%
Cordillera De Los Picachos	825,8	0,015%
Total	369.469,8	6,81%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Para Alto Magdalena los tres principales parques con jurisdicción son el Nevado del Huila, las Hermosas y Puracé, con 152.960,2, 97.746,0 y 50.053,9 hectáreas respectivamente.

A continuación se muestran las subzonas del Alto Magdalena con mayor número de departamentos, municipios y parques que tienen jurisdicción sobre las mismas. Determinando que zonas requieren que se defina el ente territorial con poder para tomar medidas, según su plan de ordenamiento. A continuación se muestran las diez subzonas con mayor número de departamentos con jurisdicción sobre las mismas.

Tabla 2.262: Número de Departamentos por subzona. Alto Magdalena.

Subzona	N° Dep
Río Sumapaz	5
Río Cabrera	5
Río Totaré	4
Río Bogotá	4
Río Fortalecillas y otros	4
Directos Magdalena	3
Río Páez	3
Río Cucuana	3
Río Atá	3
Río Prado	3

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En la siguiente tabla se muestran las diez subzonas con mayor número de municipios con jurisdicción dentro de ellas.

Tabla 2.263: Número de Municipios por subzona. Alto Magdalena.

Subzona	N°
Río Bogotá	69
Río Sumapaz	30
Río Seco y otros Directos al Magdalena	24
Río Páez	23
Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	18
Río Coello	16
Ríos Directos al Magdalena (mi)	15
Alto Magdalena	14
Directos Magdalena	14
Río Cucuana	13

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

A continuación se muestran las diez subzonas con mayor número de parques nacionales con jurisdicción dentro de las mismas.

Tabla 2.264: Número de parques por subzona. Alto Magdalena

Subzona	N° Parques
Alto Magdalena	3
Río Suaza	3
Río Páez	2
Alto Saldaña	2
Río Bogotá	2
Río Cabrera	2
Río Totaré	1
Río Amoyá	1
Río Baché	1
Ríos Directos al Magdalena (mi)	1

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En conclusión se observa que principalmente las subzonas de *Río Bogotá*, *Río Sumapaz* y *Alto Magdalena* tienen alta jurisdicción dado el número de parques y la gran concentración de poderes por alto número de departamentos y municipios en la zona, con diversos planes de ordenamiento territorial.

A continuación se muestra el área en hectáreas ocupada por resguardos indígenas, donde se especifican las subzonas involucradas. El porcentaje de área total calculado depende del área total en hectáreas de Alto Magdalena.

Tabla 2.265: Área ocupada por resguardos Indígenas. Alto Magdalena.

Subzona	Nombre Resguardo indígena	Área(ha)	% Área Subzona	% Área Total
Río Páez	La Gaitana	9.016,5	1,73%	0,17%
Río Páez	Tumbichucue	4.597,6	0,88%	0,08%
Río Atá	Páez De Gaitanía	4.039,6	2,63%	0,07%
Directos Magdalena	Tinajas	2.449,0	2,36%	0,05%
Río Páez	Calderas	1.276,6	0,25%	0,02%
Río Fortalecillas y otros	Tama Del Caguán	951,9	0,44%	0,02%
Río Páez	Juan Tama	926,6	0,18%	0,02%
Alto Saldaña	Páez De Gaitanía	868,5	0,34%	0,02%
Río Páez	Nam Misak	841,2	0,16%	0,02%
Río Aipe y otros directos al Magdalena	Anacarco	819,7	0,31%	0,02%
OTROS (Menor a 0,015%)		21.523,8		0,40%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En general se observa que el porcentaje que ocupa del área total es bajo con un 0.87%.

Un análisis de los actores de la zona del Alto Magdalena que podrían ser convocados en la conformación del CARMAC de la Macrocuenca, de acuerdo con los criterios antes evaluados se muestra a continuación:

Tabla 2.266: conformación del CARMAC – Magdalena Alto.

CONFORMACION DEL CARMAC	ACTOR CLAVE
1. El Ministro o su(s) delegado(s) de los sectores representativos de la Macrocuenca.	MADS, MINMINAS, MINAGRICULTURA, MINTRANSPORTE
2. El Director o su delegado de las autoridades ambientales competentes de la respectiva Macrocuenca.	CORTOLIMA, CAM, CAR, CRC, SECRETARIA DE AMBIENTE (SDA), CORMACARENA
3. El Gobernador o su delegado de los departamentos integrantes de la Macrocuenca.	TOLIMA, HUILA, CUNDINAMARCA, CAUCA, SATA FE DE BOGOTÁ D.C., META
4. Los alcaldes de los municipios que integran la Macrocuenca en cuya jurisdicción se desarrollen actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.	CHAPARRAL, RIOBLANCO, PLANADAS, PÁEZ (Belalcázar), COLOMBIA, IBAGUÉ, SAN AGUSTÍN, BOGOTÁ, D.C., NEIVA, ATACO
5. Un (1) representante de las Cámaras sectoriales que agrupan a los sectores que desarrollan actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de macrocuencas.	ANDESCO, SAC, FEDEGAN, CAMARA DE LA GRAN MINERIA, ASOMINEROS, ANDI
6. Las demás que considere relevantes en cada caso particular.	UAESPNN, AGENCIA NACIONAL MINERA, ANI, ANH, ONIC, OPIAC

Fuente: UT, con base en la información procesada.

A continuación se presentara la principal información predial de esta zona hidrográfica. Primero se presentan en la siguiente tabla las subzonas con el mayor índice de tamaño predial.

Tabla 2.267 Subzonas con mayor índice de tamaño predial.

Subzona	Índice
Río Yaguará	46,41
Juncal y otros Rios directos al Magdalena	43,16
Río Fortalecillas y otros	36,48
Río Opía	31,64
Río Baché	30,09

Fuente: UT Macrocuencas con información de (Catastro, 2009)

En contraste se presenta en la siguiente tabla las subzonas que tienen el menor índice de tamaño predial.

Tabla 2.268 Subzonas con menor índice de tamaño predial.

Subzona	Índice
Río Luisa y otros directos al Magdalena	8,84
Río Timaná y otros directos al Magdalena	7,34
Bajo Saldaña	7,20
Río Sumapaz	6,34
Río Bogotá	4,04

Fuente: UT Macrocuencas con información de (Catastro, 2009)

2.4.15.5 Medio Magdalena

Se definen cuáles son los departamentos que mayor área poseen con jurisdicción político administrativa.

Tabla 2.269: Área en jurisdicción de los Departamentos del Medio Magdalena. Clasificación de mayor a menor área (ha).

DEPARTAMENTO	Área(ha)	% Área Total
Santander	2.989.789,5	36,0478%
Antioquia	1.457.077,5	17,5611%
Boyacá	1.223.879,2	14,7578%
Bolívar	896.541,0	10,8075%
Cundinamarca	666.272,0	8,0308%
Cesar	422.422,0	5,0911%
Caldas	326.609,7	3,9307%
Norte De Santander	203.119,0	2,4480%
Tolima	108.406,2	1,3077%
Arauca	88,4	0,0015%
OTROS (Menor a 0,001%)	66,0	0,0007%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Para Medio Magdalena se observa que los departamentos de mayor área con jurisdicción son principalmente Santander y Antioquia con 2.989.789,5 y 1.457.077,5 hectáreas respectivamente, mientras que Tolima y Arauca son los que menor área poseen.

Tabla 2.270: Área en jurisdicción de los Municipios del Medio Magdalena. Clasificación de mayor a menor área (ha).

MUNICIPIO	Área(ha)	% Área Total
Cimitarra	318.343,1	3,83%
San Pablo	201.838,3	2,43%
Yondó (Casabe)	189.509,0	2,28%
Santa Rosa Del Sur	183.738,0	2,21%
Puerto Wilches	152.664,2	1,84%
Rionegro	151.724,2	1,82%
Puerto Boyacá	151.103,6	1,82%
Remedios	142.398,0	1,71%
Sabana De Torres	139.442,9	1,68%
Simití	136.896,0	1,65%
OTROS (Menor a 1,65%)	6.526.613,0	78,68%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Los municipios Cimitarra, San Pablo y Yondó de los departamentos de Santander, Bolívar y Antioquia, son los que tienen mayor área en jurisdicción con 318.343,1, 201.838,3 y 189.509,0 hectáreas respectivamente. Por otra parte, los municipios de menor área poseen el 78.68% del área total en jurisdicción.

Tabla 2.271: Área en jurisdicción de los Parques Nacionales Naturales del Medio Magdalena.

PARQUE	AREA(ha)	% Área Total
Serranía De Los Yariguies	59.247,1	0,71%
El Cocuy	22.895,3	0,27%
Guanenta Alto Rio Fonce	10.394,1	0,12%
Selva De Florencia	10.018,3	0,12%
Pisba	6.821,6	0,08%
Iguaque	6.658,2	0,08%
Los Nevados	3.384,6	0,04%
Total	119.419,2	1,43%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Para Medio Magdalena los tres principales parques con jurisdicción son Serranía de los Yariguies, el Cocuy, Guanenta alto Rio Fonce, con 59.247,1 , 22.895,3 y 10.394,1 hectáreas respectivamente.

A continuación se muestran las subzonas del Medio Magdalena con mayor número de departamentos, municipios y parques que tienen jurisdicción sobre las mismas. Determinando que zonas requieren que se defina el ente territorial con poder para tomar medidas, según su plan de ordenamiento. A continuación se muestran las diez subzonas con mayor número de departamentos con jurisdicción sobre las mismas.

Tabla 2.272: Número de Departamentos por subzona. Medio Magdalena.

Subzona	N° Dep
Río Chicamocha	5
Río Lebrija	5
Directos al Magdalena Medio	5
Río Negro	4
Directos Magdalena (mi)	4
Río Carare (Minero)	4
Río Gualí	3
Directos al Magdalena (md)	3
Río Guarinó	3
Río Suárez	3

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En la siguiente tabla se muestran las diez subzonas con mayor número de municipios con jurisdicción dentro de ellas.

Tabla 2.273: Número de Municipios por subzona. Medio Magdalena.

Subzona	N° Mun
Río Chicamocha	90
Río Suárez	88
Río Negro	41
Río Carare (Minero)	37
Río Nare	36

Subzona	N° Mun
Río Lebrija	34
Río Fonce	26
Río Opón	19
Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	14
Brazo Morales	14

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

A continuación se muestran las siete subzonas con mayor número de parques nacionales con jurisdicción dentro de las mismas.

Tabla 2.274: Número de parques por subzona. Medio Magdalena

Subzona	N° Parques
Río Suárez	3
Río Chicamocha	2
Río Opón	1
Río Samaná	1
Río Sogamoso	1
Río Gualí	1
Río Fonce	1

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En conclusión se observa que principalmente las subzonas de *Río Suárez* y *Río Chicamocha* tienen alta jurisdicción dado el número de parques y la gran concentración de poderes por alto número de departamentos y municipios en la zona, con diversos planes de ordenamiento territorial.

En la siguiente tabla se muestra el área en hectáreas ocupada por Comunidades Negras y Afro descendientes para la zona de Medio Magdalena, donde se especifican las subzonas involucradas.

Tabla 2.275: Área ocupada por comunidades Negras y Afro descendientes. Medio Magdalena.

Subzona	Nombre Comunidades N.A	Área(ha)	% Área Subzona	% Área Total
Río Cimitarra	Caño Bodegas	2.181,3	0,44%	0,03%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

A continuación se muestra el área en hectáreas ocupada por resguardos indígenas, donde se especifican las subzonas involucradas. El porcentaje de área total calculado depende del área total en hectáreas de Medio Magdalena.

Tabla 2.276: Área ocupada por resguardos Indígenas. Medio Magdalena.

Subzona	Nombre Resguardo indígena	Área(ha)	% Área Subzona	% Área Total
Río Chicamocha	UNIDO UWA	370,1	0,04%	0,004%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En general se observa que el porcentaje que ocupa del área total es bajo con un 0.004%. Un análisis de los actores de la zona del Medio Magdalena que podrían ser convocados en la conformación del

CARMAC de la Macrocuena, de acuerdo con los criterios antes evaluados se muestra a continuación:

Tabla 2.277: conformación del CARMAC – Magdalena Medio.

CONFORMACION DEL CARMAC	ACTOR CLAVE
1. El Ministro o su(s) delegado(s) de los sectores representativos de la Macrocuena.	MADS, MINMINAS, MINAGRICULTURA, MINTRANSPORTE
2. El Director o su delegado de las autoridades ambientales competentes de la respectiva Macrocuena.	CAS, CORNARE, CORPOBOYACA, CSB, CAR, CORPOCESAR, CORPOCALDAS
3. El Gobernador o su delegado de los departamentos integrantes de la Macrocuena.	SANTANDER, ANTIOQUIA, BOYACÁ, BOLÍVAR, CUNDINAMARCA, CESAR, CALDAS
4. Los alcaldes de los municipios que integran la Macrocuena en cuya jurisdicción se desarrollen actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.	CIMITARRA, SAN PABLO, YONDÓ (Casabe), SANTA ROSA DEL SUR, PUERTO WILCHES, RIONEGRO, PUERTO BOYACÁ, REMEDIOS, SABANA DE TORRES, SIMITÍ
5. Un (1) representante de las Cámaras sectoriales que agrupan a los sectores que desarrollan actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.	ANDESCO, SAC, FEDEGAN, FEDEPALNA, CAMARA DE LA GRAN MINERIA
6. Las demás que considere relevantes en cada caso particular.	UAESPNN, AGENCIA NACIONAL MINERA, ANI, ANH

Fuente: UT, con base en la información procesada.

A continuación se presentara la principal información predial de esta zona hidrográfica. Primero se presentan en la siguiente tabla las subzonas con el mayor índice de tamaño predial.

Tabla 2.278 Subzonas con mayor índice de tamaño predial.

Subzona	Índice
Río Cimitarra	77,83
Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	60,79
Río San Bartolo y otros directos al Magdalena Medio	60,32
Brazo Morales	56,69
Directos al Magdalena (md)	54,35

Fuente: UT Macrocuencas con información de (Catastro, 2009)

En contraste se presenta en la siguiente tabla las subzonas que tienen el menor índice de tamaño predial.

Tabla 2.279 Subzonas con menor índice de tamaño predial

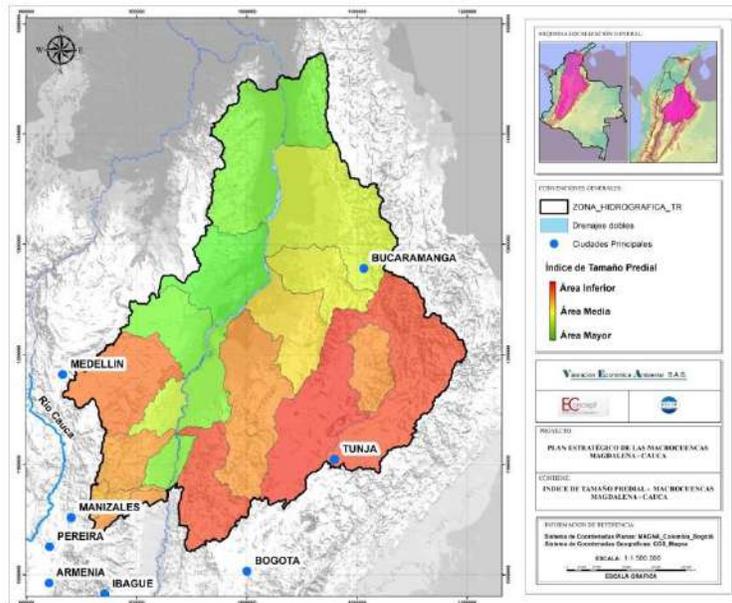
Subzona	Índice
Río Fonce	9,75
Río Nare	8,12
Río Negro	6,13

Subzona	Índice
Río Chicamocha	6,08
Río Suárez	4,78

Fuente: UT Macrocuencas con información de (Catastro, 2009)

En la siguiente ilustración se presenta un ejemplo de una subzona donde existe diversidad en el índice de tamaño predial, subzonas con datos muy altos y otras con unos muy bajos.

Ilustración 2.197 Mapa Índice de tamaño predial



Fuente: UT Macrocuencas con información de (Catastro, 2009)

2.4.15.6 Bajo Magdalena

Se definen cuáles son los departamentos que mayor área poseen con jurisdicción político administrativa.

Tabla 2.280: Área en jurisdicción de los Departamentos del Bajo Magdalena. Clasificación de mayor a menor área (ha).

DEPARTAMENTO	Área(ha)	% Área Total
Magdalena	2.048.641,8	40,84%
Cesar	1.824.411,7	36,37%
Bolívar	711.147,9	14,17%
Atlántico	256.235,7	5,10%
La Guajira	174.357,1	3,47%
Sucre	375,8	0,007%
Norte De Santander	132,9	0,002%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Para Bajo Magdalena se observa que los departamentos de mayor área con jurisdicción son principalmente Magdalena y Cesar con 2.048.641,8 y 1.824.411,7 hectáreas respectivamente, mientras que Sucre y Norte de Santander son los que menor área poseen.

Tabla 2.281: Área en jurisdicción de los Municipios del Bajo Magdalena. Clasificación de mayor a menor área (ha).

MUNICIPIO	Área(ha)	% Área Total
Valledupar	419.670,1	8,36%
Agustín Codazzi	174.273,7	3,47%
Aracataca	174.082,8	3,47%
Pivijay	165.548,9	3,30%
Plato	143.170,4	2,85%
Chimichagua	137.590,3	2,74%
Sabanas De San Ángel (San Ángel)	124.207,9	2,47%
Becerril	122.284,4	2,43%
Ciénaga	113.789,0	2,26%
Ariguaní (El Difícil)	113.547,3	2,26%
OTROS (Menor a 2,26%)	3.327.138,0	66,33%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Para Bajo Magdalena los municipios Valledupar, Agustín Codazzi y Aracataca de los departamentos de Cesar y Magdalena son los que tienen mayor área en jurisdicción con 419.670,1, 174.273,7 y 174.082,8 hectáreas respectivamente. Por otra parte, los municipios de menor área poseen 66.33% del total del área en jurisdicción.

Tabla 2.282: Área en jurisdicción de los Parques Nacionales Naturales del Bajo Magdalena.

PARQUE	AREA(ha)	% Área Total
Sierra Nevada De Santa Marta	154.628,7	3,08%
Ciénaga Grande De Santa Marta	28.455,4	0,56%
Isla De Salamanca	27.319,9	0,54%
Los Colorados	1.055,2	0,02%
Catatumbo - Bari	29,1	0,0005%
Total	211.488,3	4,21%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Para Bajo Magdalena los tres principales parques con jurisdicción son Sierra Nevada de Santa Marta, Ciénaga grande de Santa Marta, e Isla de Salamanca, con 154.628,7, 28.455,4 y 27.319,9 hectáreas respectivamente.

A continuación se muestran las subzonas del Bajo Magdalena con mayor número de departamentos, municipios y parques que tienen jurisdicción sobre las mismas. Determinando que zonas requieren que se defina el ente territorial con poder para tomar medidas, según su plan de ordenamiento. A continuación se muestran las diez subzonas con mayor número de departamentos con jurisdicción sobre las mismas.

Tabla 2.283: Número de Departamentos por subzona. Bajo Magdalena.

Subzona	N° Dep
Directos al Bajo Magdalena (mi)	5
Bajo Cesar	4
Directos al Bajo Magdalena (md)	3
Directos Bajo Magdalena	3
Alto Cesar	3
Cga Grande de Santa Marta	3
Río Ariguaní	2
Medio Cesar	2
Arroyo Corozal	2
Bajo Magdalena - Canal del Dique	2

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En la siguiente tabla se muestran las diez subzonas con mayor número de municipios con jurisdicción dentro de ellas.

Tabla 2.284: Número de Municipios por subzona. Bajo Magdalena.

Subzona	N° Mun
Directos al Bajo Magdalena (mi)	35
Directos Bajo Magdalena	32
Cga Grande de Santa Marta	26
Bajo Magdalena - Canal del Dique	21
Bajo Cesar	16
Alto Cesar	14
Directos al Bajo Magdalena (md)	14
Medio Cesar	13
Río Ariguaní	12
Arroyo Corozal	10

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

A continuación se muestran las cinco subzonas con mayor número de parques nacionales con jurisdicción dentro de las mismas.

Tabla 2.285: Número de parques por subzona. Bajo Magdalena.

Subzona	N° Parques
Cga Grande de Santa Marta	3
Directos al Bajo Magdalena (mi)	2
Directos Bajo Magdalena	1
Bajo Cesar	1
Alto Cesar	1

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En conclusión se observa que principalmente las subzonas de *Cga Grande de Santa Marta*, *Directos al Bajo Magdalena (mi)* y *Directos Bajo Magdalena* tienen alta jurisdicción dado la gran concentración de poderes por alto número de departamentos y municipios en la zona, con diversos planes de ordenamiento territorial.

En la siguiente tabla se muestra el área en hectáreas ocupada por Comunidades Negras y Afro descendientes para la zona de Bajo Magdalena, donde se especifican las subzonas involucradas.

Tabla 2.286: Área ocupada por comunidades Negras y Afro descendientes. Bajo Magdalena.

Subzona	Nom. Comunidades N.A	Área(ha)	% Área Subzona	% Área Total
Bajo Magdalena - Canal del Dique	Makankamana	1.933,5	0,80%	0,04%
Directos Bajo Magdalena	Alejandro	36,5	0,01%	0,001%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

A continuación se muestra el área en hectáreas ocupada por resguardos indígenas, donde se especifican las subzonas involucradas. El porcentaje de área total calculado depende del área total en hectáreas de Bajo Magdalena.

Tabla 2.287: Área ocupada por resguardos Indígenas. Bajo Magdalena.

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Subzona	Nombre Resguardo Indígena	Área(ha)	% Área Subzona	% Área Total
Cga Grande de Santa Marta	Arhuaco De La Sierra Nevada	118.247,9	13,92%	2,36%
Alto Cesar	Kogui-Malayo Arhuaco	64.443,8	18,80%	1,28%
Cga Grande de Santa Marta	Kogui-Malayo Arhuaco	61.404,3	7,23%	1,22%
Alto Cesar	Arhuaco De La Sierra Nevada	53.305,0	15,55%	1,06%
Río Ariguani	Arhuaco De La Sierra Nevada	30.968,9	5,81%	0,62%
Medio Cesar	Socorpa	30.550,4	3,69%	0,61%
Alto Cesar	Kankuamo	25.520,4	7,45%	0,51%
Medio Cesar	Iroka	8.629,6	1,04%	0,17%
Medio Cesar	Arhuaco De La Sierra Nevada	3.656,2	0,44%	0,07%
Arroyo Corozal	Chimilas O Cacahueros De San Angel	1.071,7	0,29%	0,02%
OTROS (Menor a 0,021%)		1.133,7		0,02%

Los resguardos indígenas ocupan un 7.95%.del área total en jurisdicción.

Un análisis de los actores de la zona del Bajo Magdalena que podrían ser convocados en la conformación del CARMAC de la Macrocuena, de acuerdo con los criterios antes evaluados se muestra a continuación:

Tabla 2.288: conformación del CARMAC – Bajo Magdalena Medio.

CONFORMACION DEL CARMAC	ACTOR CLAVE
1. El Ministro o su(s) delegado(s) de los sectores representativos de la Macrocuena.	MADS, MINMINAS, MINAGRICULTURA, MINTRANSPORTE
2. El Director o su delegado de las autoridades ambientales competentes de la respectiva Macrocuena.	CORPAMAG, DADMA, CORPOCESAR, CARDIQUE, CRA, DAMAB

CONFORMACION DEL CARMAC	ACTOR CLAVE
3. El Gobernador o su delegado de los departamentos integrantes de la Macrocuena.	MAGDALENA, CESAR, BOLÍVAR, ATLANTICO
4. Los alcaldes de los municipios que integran la Macrocuena en cuya jurisdicción se desarrollen actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.	VALLEDUPAR, AGUSTÍN CODAZZI, ARACATACA, PIVIJAY, PLATO, CHIMICHAGUA, SABANAS DE SAN ÁNGEL (San Ángel), BECERRIL, CIÉNAGA, ARIGUANÍ (El Díficil), BARRANQUILLA
5. Un (1) representante de las Cámaras sectoriales que agrupan a los sectores que desarrollan actividades productivas con incidencia a la escala de formulación de los Planes Estratégicos de Macrocuencas.	ANDESCO, SAC, FEDEGAN, FEDEPALNA, CAMARA DE LA GRAN MINERIA
6. Las demás que considere relevantes en cada caso particular.	UAESPNN, AGENCIA NACIONAL MINERA, ANI, ANH

Fuente: UT, con base en la información procesada.

En la siguiente tabla se muestra el índice de tamaño predial de las subzonas.

Tabla 2.289 Índice del amaño predial

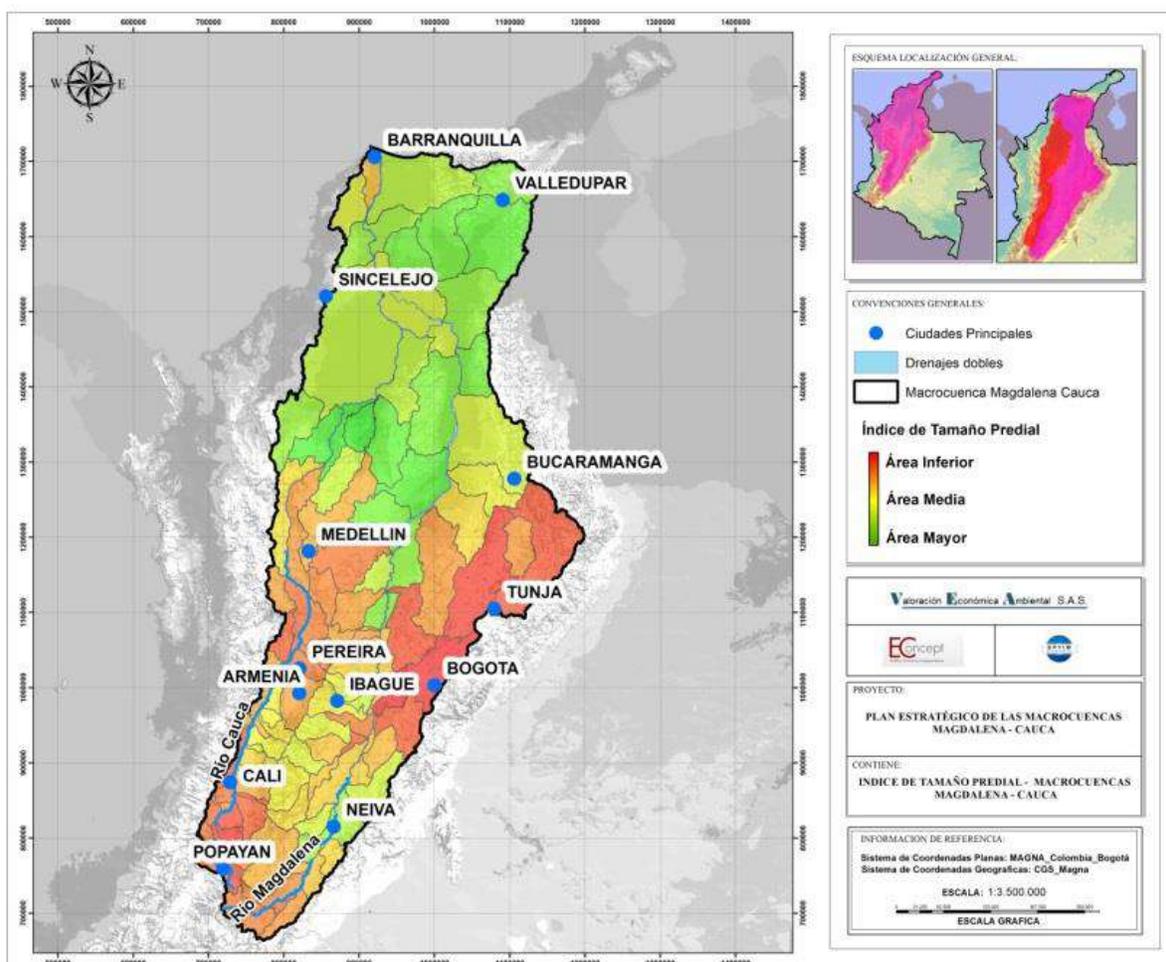
Subzona	Índice
Medio Cesar	75,29
Río Ariguaní	66,03
Arroyo Corozal	62,50
Alto Cesar	54,41
Bajo Cesar	50,10
Directos al Bajo Magdalena (mi)	44,71
Directos al Bajo Magdalena (md)	43,71
Cga Grande de Santa Marta	34,84
Directos Bajo Magdalena	29,99
Bajo Magdalena - Canal del Dique	25,69
Directos al Bajo Magdalena (mi)	14,90

Fuente: UT Macrocuencas con información de (Catastro, 2009)

2.4.15.7 Índice de tamaño predial

En la siguiente ilustración se presenta la ilustración en la que se espacializa el índice de tamaño predial, con base en la información presentada por cada zona previamente.

Ilustración 2.198. Mapa del índice de tamaño predial

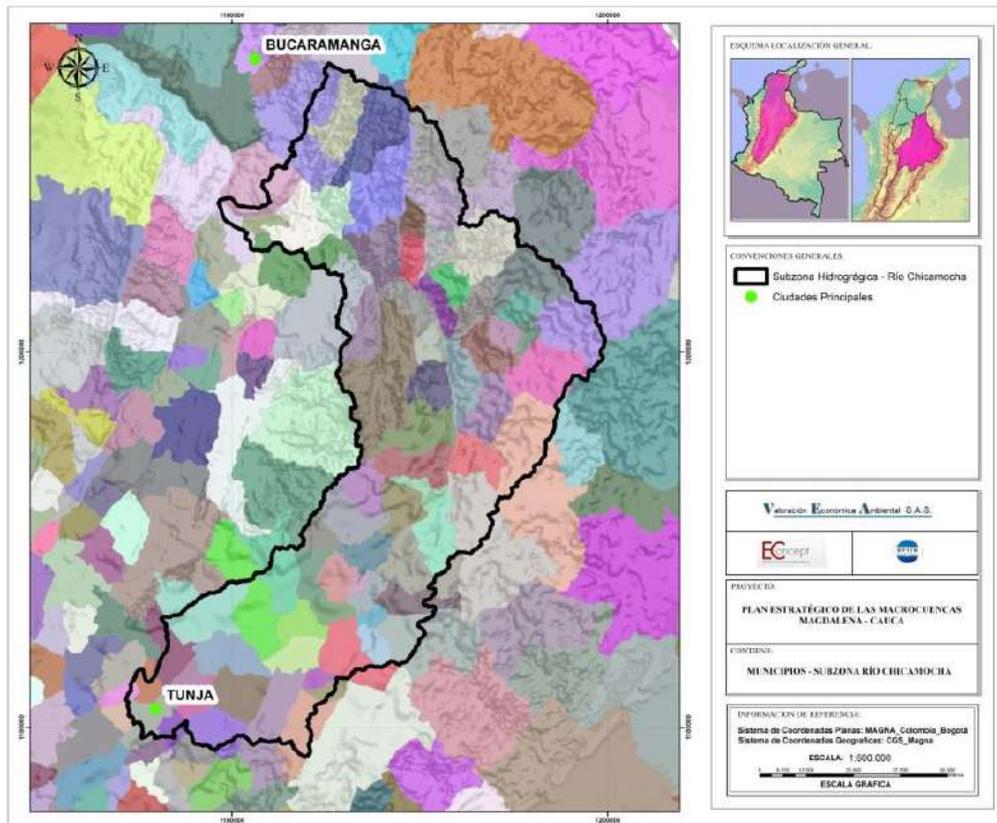


Fuente: UT Macrocuencas con información de (Catastro, 2009)

Así mismo, se presentan ejemplos relevantes de casos en que la jurisdicción de los municipios sobre las subzonas presenta casos que requieren de un especial trato.

El primer caso que se presenta es el de la subzona del Río Chicamocha donde 90 municipios tienen jurisdicción. En esta subzona se encuentra la ciudad de Tunja, y cerca de ella está la ciudad de Bucaramanga. El tener tantos municipios perjudica el proceso de negociación, existe una alta probabilidad de que los intereses de cada uno de esos municipios sean diferentes y llegar a acuerdos entre ellos para la subzona será muy complicado. Esto se muestra en la Ilustración 2.199.

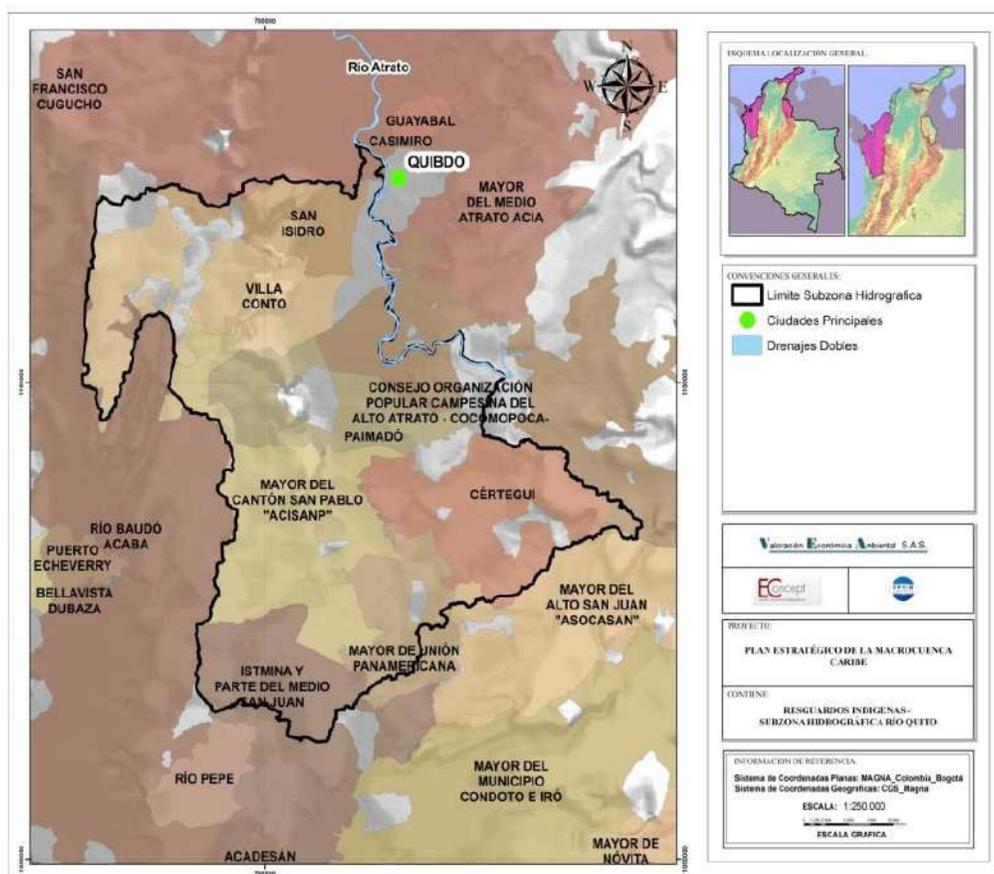
Ilustración 2.199 Mapa subzona Río Chicamocha



Fuente: UT, con base en la información procesada.

El siguiente Caso que se presenta es el de la subzona del Río Quito, esta es relevante por ya que el 91% de su territorio corresponde a comunidades afro descendientes. Esta subzona tiene un área total de 181.658 ha, de las cuales 166.085 ha (91%) pertenecen a Negras y Afro descendientes. Esta información se presenta en la Ilustración 2.200.

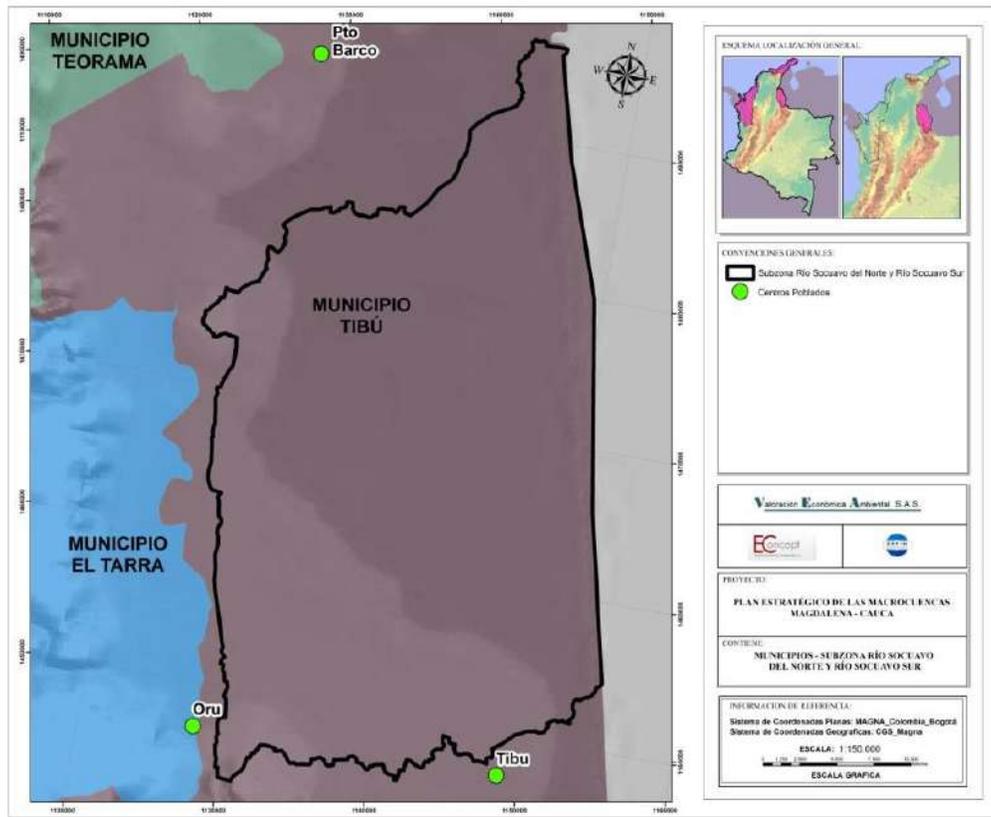
Ilustración 2.200 Mapa subzona Río Quito.



Fuente: UT, con base en la información procesada.

El siguiente ejemplo que se presenta corresponde a la subzona del Río Socuavo del Norte y Río Socuavo Sur. Allí toda la subzona corresponde a un solo municipio, en contraste con al subzona presentada previamente que tenía noventa municipios. El mapa se muestra en la siguiente ilustración.

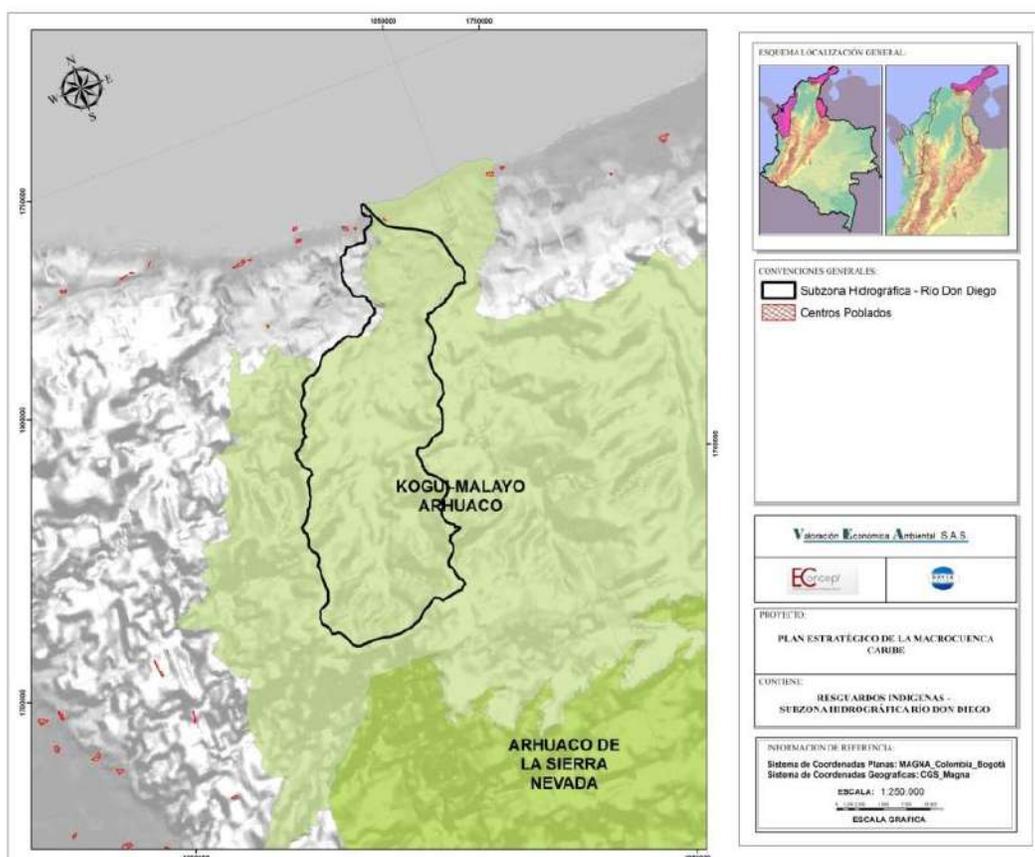
Ilustración 2.201 Mapa Subzona Río Socuavo del Norte y Río Socuavo Sur.



Fuente: UT, con base en la información procesada

Otro ejemplo importante es el que se presenta en la Ilustración 2.202 donde la subzona de Río Don Diego tiene un área total de 54.196 ha, de las cuales 52.176 ha (96%) pertenecen a Resguardos indígenas. Esto tiene importantes implicaciones en las negociaciones y en los resultados que puedan obtenerse de esta subzona.

Ilustración 2.202 Mapa subzona Río Don Diego.



Fuente: UT con base en la información procesada

2.4.15.8 Índice de Coordinación para la Gobernanza del Agua

Teniendo en cuenta los análisis por zonas descritos previamente, se observa que para el diagnóstico y evaluación del recurso hídrico se debe tener un enfoque de gobernabilidad e institucional, por lo cual se construye el índice de Coordinación para la Gobernanza del Agua (ICGA), calculado a partir de la ponderación de variables que representan las cuatro dimensiones de la Gobernanza del Agua (Económica, Ambiental, Social y Político Administrativa). Lo anterior, con el fin de construir un panorama que permita identificar las subzonas con mayor potencial de conflictividad alrededor de las diferentes temáticas: Oferta hídrica, Demanda hídrica, Calidad hídrica y Riesgos asociados al agua.

En este orden de ideas, el ICGA se calcula mediante la normalización de las variables seleccionadas y la ponderación de éstas. Para la ponderación, se asigna un peso de 30% a la variable del índice del Uso del agua y el restante 70% se distribuye proporcionalmente a cada variable. Lo anterior, debido a que el índice del uso del agua establece la relación entre la demanda y la oferta hídrica disponible. Las variables analizadas se presentan a continuación:

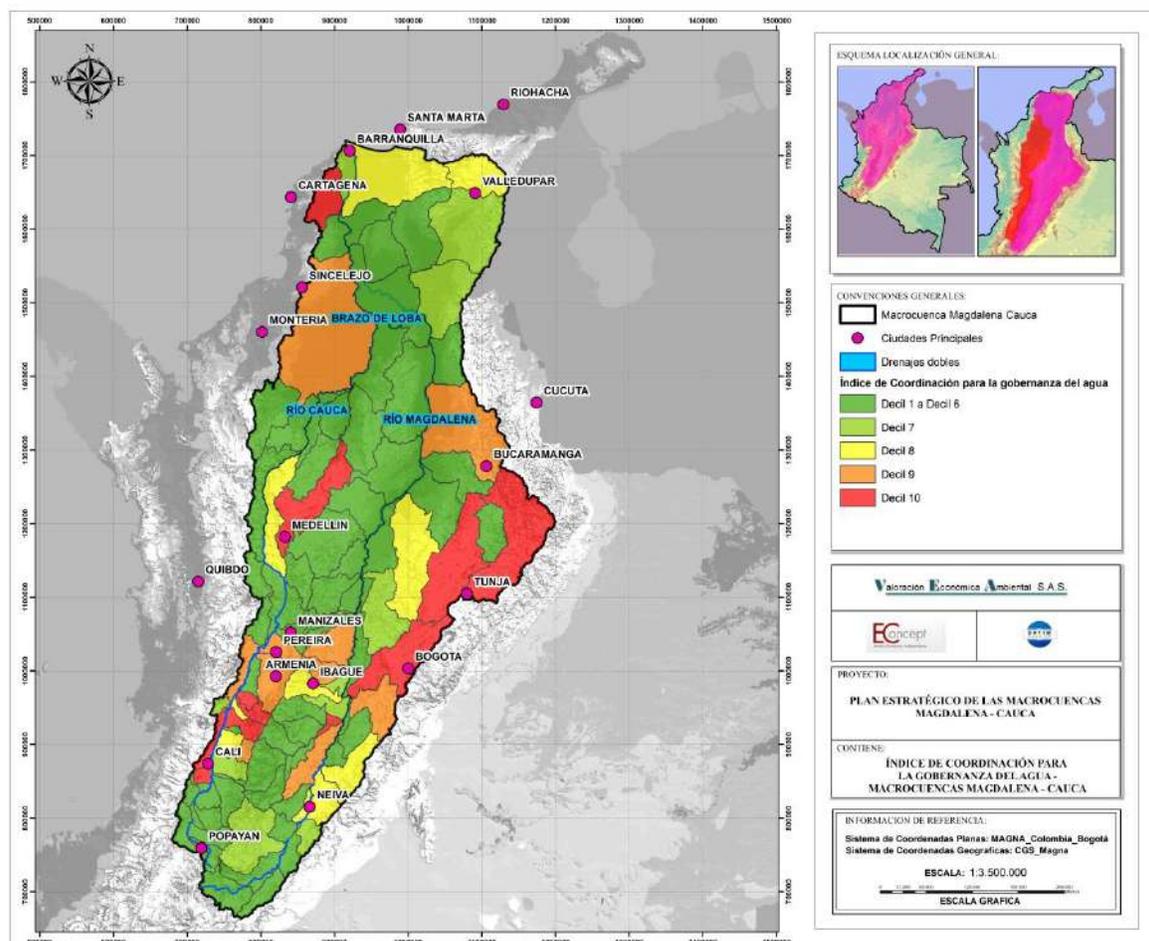
- Índice del Uso de Agua
- Número de municipios con jurisdicción.

- Número de departamentos con jurisdicción.
- Número de predios por subzona hidrográfica.
- Número de resguardos indígenas con jurisdicción.
- Número de comunidades afrodescendientes con jurisdicción.
- Número de autoridades ambientales con jurisdicción.
- Área de riego en la subzona hidrográfica.
- Producción de hidrocarburos.
- Producción minera.
- Represas proyectadas en un período de 10 años.

Lo anterior, garantiza que se desarrolle un análisis de “forma sistémica, interdisciplinar, incluyente, democrática, participativa, intersectorial, con transversalidad y garante del modelo de “Buen Gobierno”, a fin de garantizar un enfoque sostenible del agua, no como recurso sino como bien fundamental” (DNP; BID; MADS).

En la siguiente ilustración se presentan los resultados del ICGA.

Ilustración 2.203. Índice de Coordinación para la Gobernanza del Agua



Fuente: Cálculos UT Macrocuenas

Las 11 subzonas hidrográficas que tienen el mayor ICGA se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2.290. Índice de Coordinación para la Gobernanza del Agua

Cód SZH	Subzona Hidrográfica	ICGA
2120	Río Bogotá	0,410
2630	Río Pance	0,338
2636	Río Paila	0,301
2403	Río Chicamocha	0,281
2208	Bajo Saldaña	0,271
2631	Directos al Río Cauca (mi)	0,257
2610	Río Tulua	0,226
2701	Río Porce	0,223
2635	Río Bugalagrande	0,222
2401	Río Suárez	0,221
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	0,218

Fuente: UT Macrocuencas

Adicionalmente, se presentan las subzonas con mayor índice del Uso del Agua, mayor número de municipios con jurisdicción, mayor número de departamentos con jurisdicción y mayor número de autoridades ambientales con jurisdicción.

Tabla 2.291. Subzonas hidrográficas con mayor índice del Uso del Agua.

Cód SZH	Subzona Hidrográfica	IUA
2636	Río Paila	2,73
2630	Río Pance	2,71
2208	Bajo Saldaña	2,32
2631	Directos al Río Cauca (mi)	1,92
2120	Río Bogotá	1,77
2635	Río Bugalagrande	1,65
2610	Río Tulua	1,61
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	1,61
2632	Río Cerrito y otros directos al Cauca	1,29
2109	Juncal y otros Rios directos al Magdalena	1,27
2634	Río Morales	1,09
2609	Río Amaime	1,05

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Tabla 2.292. Subzonas hidrográficas con mayor número de municipios con jurisdicción.

Cód Szh	Subzona Hidrográfica	Número de Municipios con jurisdicción
2403	Río Chicamocha	90
2401	Río Suárez	88
2120	Río Bogotá	69
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	48
2701	Río Porce	43
2306	Río Negro	41
2620	Directos Río Cauca (md)	39
2312	Río Carare (Minero)	37
2631	Directos al Río Cauca (mi)	36
2308	Río Nare	36

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Tabla 2.293. Subzonas hidrográficas con mayor número de departamentos con jurisdicción.

Cód SZH	Subzona Hidrográfica	Número de departamentos con jurisdicción
2613	Río Otún	5
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	5
2403	Río Chicamocha	5
2319	Río Lebrija	5
2311	Directos al Magdalena Medio	5
2119	Río Sumapaz	5
2114	Río Cabrera	5
2805	Bajo Cesar	4
2619	Río San Juan	4
2614	Río Risaralda	4
2612	Río La Vieja	4
2312	Río Carare (Minero)	4
2306	Río Negro	4

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Tabla 2.294. Subzonas hidrográficas con mayor número de autoridades ambientales con jurisdicción

Cód SZH	Subzona Hidrográfica	Número de autoridades ambientales con jurisdicción
2612	Río La Vieja	5
2613	Río Otún	4
2403	Río Chicamocha	4
2401	Río Suárez	4
2120	Río Bogotá	4
2801	Alto Cesar	3
2608	Directos Río Cauca (mi)	3
2319	Río Lebrija	3
2312	Río Carare (Minero)	3
2121	Río Coello	3
2119	Río Sumapaz	3

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

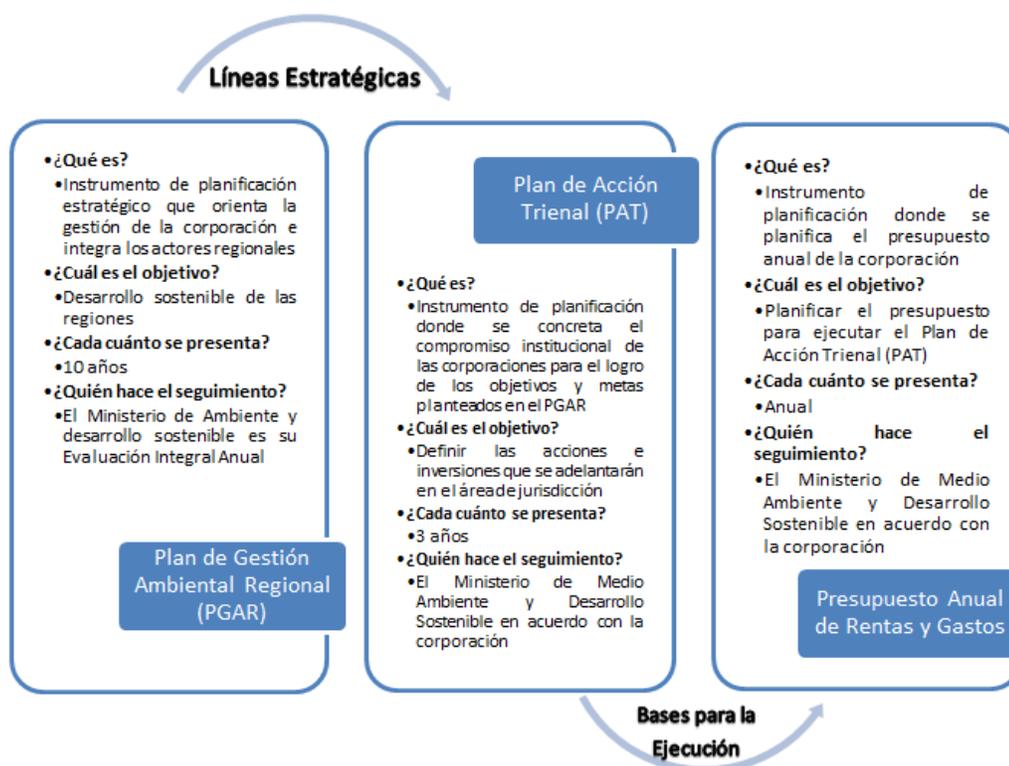
2.4.15.9 Análisis de Instrumentos y efectividad.

Como parte del análisis Institucional en el diagnóstico de la Macrocuena, se analiza el componente de evaluación de los planes de Acción del MADS.

Según el Decreto 1200 del 2004, se establecen medidas de acompañamiento y seguimiento a las corporaciones regionales ambientales en su proceso de gestión y el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible se encarga de publicar anualmente la evaluación de la evolución de las metas propuestas por las corporaciones.

Los Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR) están regidos por los Planes de Acción de cada corporación, el cual señala las acciones que se deben realizar para cumplir el PGAR; siendo así, el MADS puede hacer un análisis de evolución y seguimiento a las corporaciones evaluando los planes de acción. En la siguiente ilustración se presenta una relación general de éstos instrumentos.

Ilustración 2.204. Planificación ambiental.



Fuente: UT Macrocuencas.

Los instrumentos de medición son los indicadores mínimos de gestión estipulados en la Resolución 0643 de 2004 y en la Resolución 0964 de 2007, los cuales están divididos en: Desarrollo sostenible, ambientales y de gestión. Para cada uno de estos grupos se señalan cantidades numéricas de variables que se encuentran en los objetivos generales del Decreto 1200 del 2004 que son:

1. Consolidar las acciones orientadas a la conservación del patrimonio natural
2. Disminuir el riesgo de desabastecimiento de agua
3. Racionalizar y optimizar el consumo de recursos naturales renovables
4. Generar empleos e ingresos por el uso sostenible de la biodiversidad y sistemas de producción sostenible
5. Reducir los efectos en la salud asociados a problemas ambientales
6. Disminuir la población en riesgo asociado a los fenómenos naturales

Teniendo en cuenta esto, es posible analizar los indicadores más reportados por las CAR, y además evaluar el cumplimiento de los planes de acción. Así mismo, se puede estimar la efectividad de las acciones que realizan por medio de los parámetros de porcentaje de avance físico anual, porcentaje de avance financiero semestral, recursos totales ejecutados y avances de indicadores.

En la siguiente tabla se resumen los indicadores más reportados en los últimos 3 años.

Tabla 2.295. Indicadores más reportados por las Corporaciones Autónomas Regionales

Año	Indicadores más reportados
2009	<p>Áreas reforestadas y/o revegetalizadas naturalmente para la protección de cuencas abastecedoras</p> <hr/> <p>Áreas protegidas declaradas en la jurisdicción de la Corporación</p> <hr/> <p>Cuencas con Planes de ordenación y manejo - POMCA- formulados</p> <hr/> <p>áreas reforestadas y/o revegetalizadas naturalmente para la protección de cuencas abastecedoras, en mantenimiento</p> <hr/> <p>número de municipios con inclusión del riesgo en sus JPOT a partir de los determinantes ambientales generados por la Corporación</p> <hr/> <p>Cuencas con Planes de ordenación y manejo - POMCA- en ejecución</p> <hr/> <p>Proyectos pilotos de Producción más limpia de sectores productivos, acompañados por la Corporación</p> <hr/> <p>Número de municipios asesorados por la Corporación en formulación de planes de prevención y mitigación de desastres naturales.</p>
2010	<p>áreas reforestadas y/o revegetalizadas naturalmente para la protección de cuencas abastecedoras</p> <hr/> <p>Áreas protegidas declaradas en la jurisdicción de la Corporación</p> <hr/> <p>Cuencas con Planes de ordenación y manejo - POMCA- formulados</p> <hr/> <p>número de municipios con inclusión del riesgo en sus JPOT a partir de los determinantes ambientales generados por la Corporación</p> <hr/> <p>Áreas protegidas declaradas en la jurisdicción de la Corporación, con planes de manejo en ejecución</p> <hr/> <p>Cuencas con Planes de ordenación y manejo - POMCA- en ejecución</p> <hr/> <p>MiPymes y empresas vinculadas a Mercados Verdes (Uso y Aprovechamiento Sostenible de la Biodiversidad, Coproductos Industriales, Ecoturismo) acompañadas por la Corporación</p> <hr/> <p>Número de municipios asesorados por la Corporación en formulación de planes de prevención y mitigación de desastres naturales.</p>
2011	<p>áreas reforestadas y/o revegetalizadas naturalmente para la protección de cuencas abastecedoras</p> <hr/> <p>Áreas protegidas declaradas en la jurisdicción de la Corporación</p> <hr/> <p>Cuencas con Planes de ordenación y manejo - POMCA- formulados</p> <hr/> <p>áreas reforestadas y/o revegetalizadas naturalmente para la protección de cuencas abastecedoras, en mantenimiento</p> <hr/> <p>número de municipios con inclusión del riesgo en sus JPOT a partir de los determinantes ambientales generados por la Corporación</p> <hr/> <p>Áreas protegidas declaradas en la jurisdicción de la Corporación, con planes de manejo en ejecución</p> <hr/> <p>Cuencas con Planes de ordenación y manejo - POMCA- en ejecución</p> <hr/> <p>Proyectos pilotos de Producción más limpia de sectores productivos, acompañados por la Corporación</p> <hr/> <p>MiPymes y empresas vinculadas a Mercados Verdes (Uso y Aprovechamiento Sostenible de la Biodiversidad, Coproductos Industriales, Ecoturismo) acompañadas por la Corporación</p>

Año	Indicadores más reportados
	Número de municipios asesorados por la Corporación en formulación de planes de prevención y mitigación de desastres naturales.

Fuente: UT Macrocuencas con información de (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Mayo de 2012)

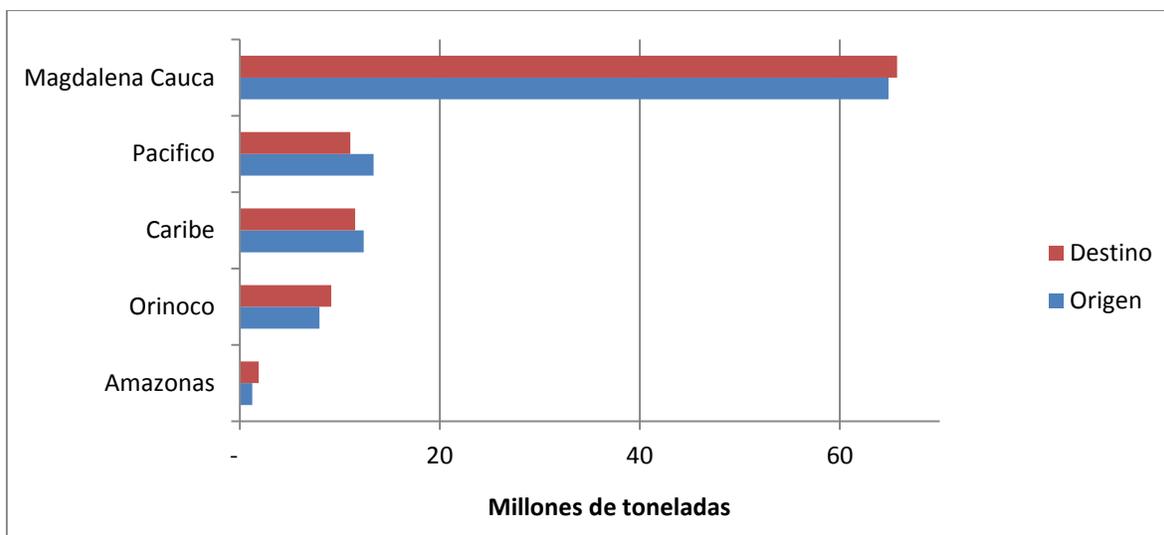
Con base en el análisis de los parámetros descritos anteriormente del (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Mayo de 2012), se encuentra que el porcentaje de avance financiero promedio de las Corporaciones Autónomas Regionales con jurisdicción en la Macrocuena es de 86,35%, el porcentaje de avance físico anual es de 79,84% y el porcentaje de recursos totales comprometidos es de 86%. Sin embargo, existen Corporaciones que tienen un rendimiento de efectividad general de 18,96%, por lo cual es importante hacer énfasis en éste tipo de instituciones.

2.4.16 Relación de producción entre Macrocuencas

Para el análisis de la Macrocuena Magdalena Cauca con las otras cuatro Macrocuencas de Colombia, se toma como base la información de (Ministerio de Transporte, 2005), en la cual se reporta el volumen en toneladas transportadas por departamento origen y departamento destino de la producción.

En la siguiente ilustración se presenta el valor total de producción según origen y destino.

Ilustración 2.205. Origen y Destino de productos por Macrocuena.

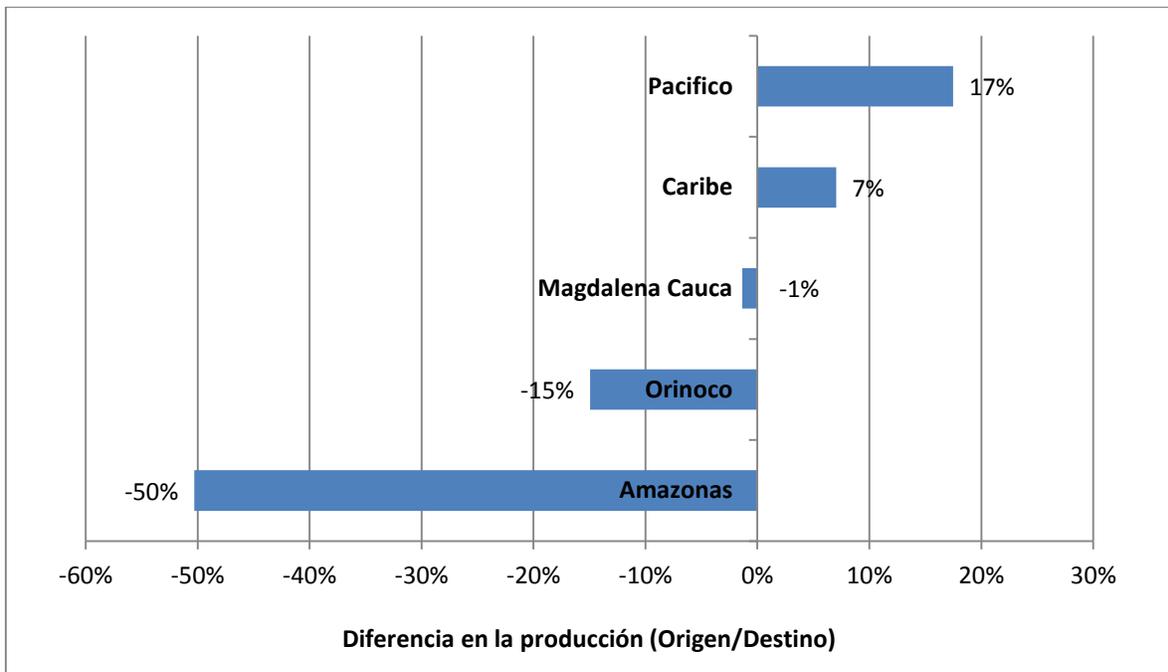


Fuente: UT Macrocuencas con información de (Ministerio de Transporte, 2005)

A partir de la ilustración anterior, se observa que la Macrocuena Magdalena Cauca es la Macrocuena con mayor producción en origen y destino. Sin embargo, para ésta Macrocuena el volumen de producción recibido es mayor que el volumen de producción generado dentro de ésta. La diferencia corresponde al 1%.

La diferencia de producción de las Macrocuencas se presenta en la siguiente ilustración.

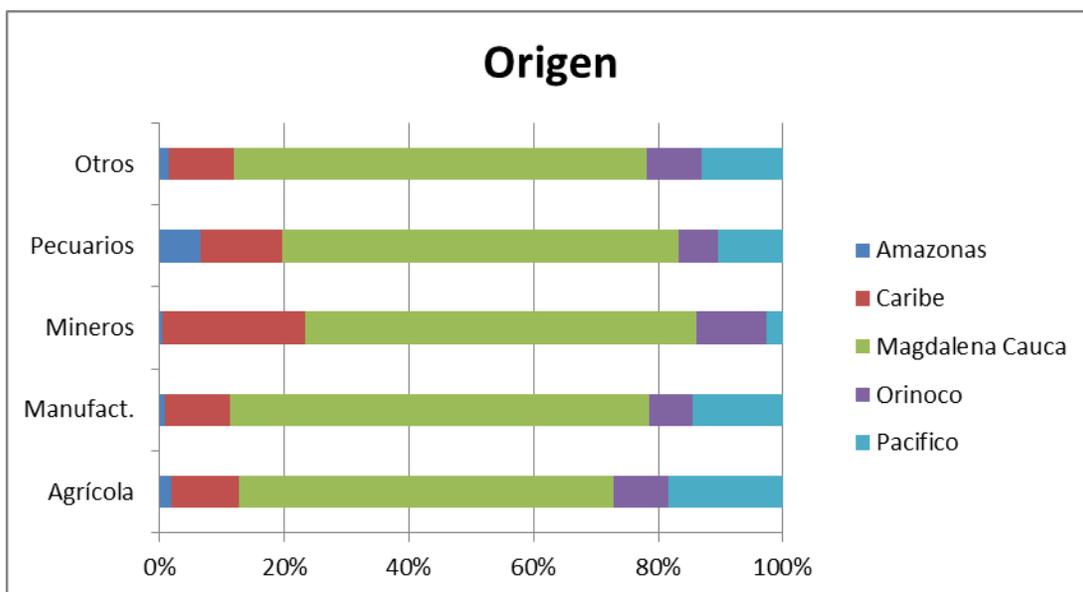
Ilustración 2.206. Diferencia de producción entre origen y destino por Macrocuena.



Se observa que la Macrocuena Amazonas recibe aproximadamente el 50% del volumen se genera dentro de ésta. Por el contrario, la Macrocuena Pacífico genera un 17% adicional frente al volumen total que recibe.

Con relación a la producción por sectores se presenta la siguiente ilustración.

Ilustración 2.207. Origen de producción por sector.

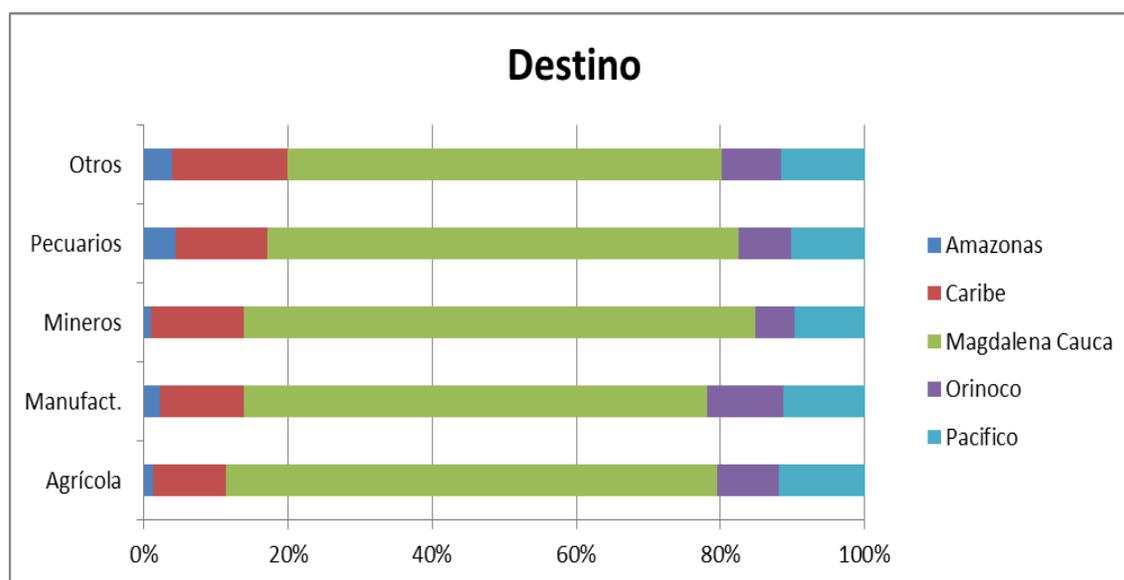


Fuente: UT Macrocuencas con información de (Ministerio de Transporte, 2005)

Como se presentó en la Ilustración 2.205, la Macrocuena Magdalena Cauca es la que mayor volumen de producción genera en todos los sectores. Sin embargo, para el análisis por sector, se observa que en el sector agrícola, la segunda Macrocuena con mayor producción es Pacífico y en el sector Minero, la Macrocuena Caribe.

Así mismo, para analizar la producción recibida por sector, se presenta la siguiente ilustración.

Ilustración 2.208. Destino de producción por sector.



Fuente: UT Macrocuenas con información de (Ministerio de Transporte, 2005)

Se observa que el 80% de los productos agrícolas tiene como destino la Macrocuena Magdalena Cauca y la Macrocuena Pacífico. Así mismo, el 84% de la producción minera y el 78% de la producción pecuaria se reciben en la Macrocuena Magdalena Cauca y Caribe.

Los datos de origen y destino de cada Macrocuena se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2.296. Producción por sector según Origen y Destino.

Macrocuena	Agrícola (ton)		Manufacturero (ton)		Minero (ton)		Pecuario (ton)		Otros (ton)	
	Origen	Destino	Origen	Destino	Origen	Destino	Origen	Destino	Origen	Destino
Amazonas	396.401	260.697	470.329	1.245.429	64.093	130.610	306.238	207.248	14.589	37.150
Caribe	2.353.490	2.208.066	6.090.480	6.736.341	3.222.559	1.828.512	627.667	594.399	100.788	155.264
Magdalena Cauca	13.079.886	14.747.019	39.247.601	37.309.304	8.880.381	10.024.037	3.004.325	3.063.091	644.182	584.423
Orinoco	1.887.030	1.856.731	4.088.746	6.102.921	1.591.387	759.373	304.109	343.488	84.060	80.881
Pacífico	3.999.852	2.579.574	8.407.656	6.510.052	371.324	1.378.420	490.988	476.233	127.832	111.833
Total Sector (ton)	21.716.658	21.652.088	58.304.812	57.904.048	14.129.744	14.120.952	4.733.327	4.684.459	971.451	969.551

Fuente: UT Macrocuenas con información de (Ministerio de Transporte, 2005)

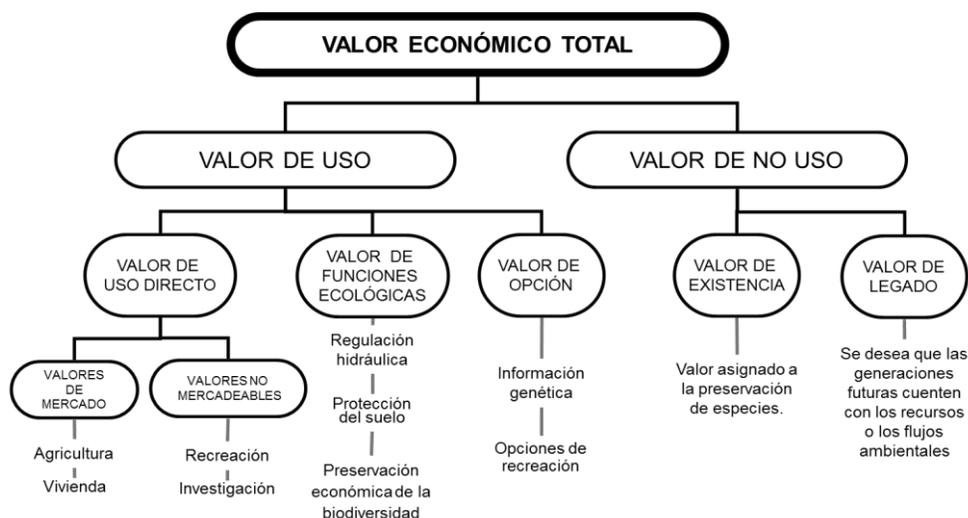
2.5 VALORACIÓN ECONÓMICA DE SERVICIOS AMBIENTALES.

Dada la importancia económica, social y ecosistémica de las Macrocuencas Magdalena-Cauca y Caribe, un análisis económico de los servicios ambientales asociados al recurso hídrico se hace importante para cualquier proceso de estructuración de acuerdos sobre las actuaciones que los agentes económicos realizan sobre el territorio de dichas Macrocuencas.

Internacionalmente ha cobrado validez la necesidad de realizar la cuantificación económica de los beneficios y costos relacionados con el uso del recurso hídrico, así como de los beneficios de apoyar el manejo integrado del mismo. (Organización de los Estados Americanos, 2007). Para que el análisis económico ambiental pueda cumplir con los propósitos de informar y apoyar el proceso de toma de decisiones es necesario definir con precisión algunos conceptos básicos. Estos conceptos económicos, además deben estar acompañados del mejor conocimiento científico sobre los temas ecosistémicos de las Macrocuencas. Los análisis económicos ambientales adicionalmente deben ofrecer resultados útiles para los procesos de negociación con los actores claves.

Para el caso de la elaboración de los planes estratégicos e las Macrocuencas serán de gran utilidad La Teoría del Valor Económico Total (VET), el concepto de externalidades, de bienes públicos y en general las herramientas de evaluación social de políticas públicas (Eficiencia, eficacia, costo efectividad y equidad), a continuación se desarrolla una breve descripción de estos conceptos. Mediante La Teoría del Valor Económico Total (VET) las sociedades asignan valor económico a todo lo que pueda ser de utilidad para los agentes económicos que las conforman (hogares y firmas). Una de las clasificaciones del valor económico total se presenta en la siguiente gráfica.

Ilustración 2.209. Ejemplo del Esquema de Valor Económico Total de una Cuenca.



Fuente: Adaptado de (Uribe, Carriazo, Mendieta, & Jaime, 2003)

La utilidad de aplicar el concepto de Valor Económico Total se centra en el hecho de que muchos de los problemas que pueden ser abordados por los planes estratégicos de las Macrocuencas se debe a la sub valoración de los servicios ambientales asociados al recurso hídrico y a los ecosistemas en

general. La sociedad asigna valores a estos servicios de una forma incompleta. Un ejemplo de esta situación serían los bosques. Frecuentemente, el mercado les asigna a las áreas con cobertura natural un valor relacionado con el precio de los bienes que son comercializables, por ejemplo: la madera que se puede extraer para el mercado (Valor de Uso Directo, valores de mercado); generalmente no se toma en cuenta el valor de servicios no mercadeables que estas áreas prestan a la sociedad como por ejemplo, la regulación hídrica, el control de la erosión del suelo, mantenimiento de la biodiversidad, etc. (Valores de Funciones Ecológicas).

Ahora bien, en relación con el tema económico, generalmente se entiende que si existe un sistema de precios eficiente, es decir, que el sistema cuenta con señales de mercado adecuadas (de equilibrio), las cantidades de bienes y servicios producidas y demandas son iguales. En esas condiciones los recursos de la economía se asignarían de manera eficiente y la sociedad maximizaría su bienestar. Sin embargo, esto no siempre ocurre con los bienes y servicios ambientales dado que con frecuencia existen “fallas de mercado”.

El mercado es exitoso en la asignación eficiente de un bien cuando se trata de un bien privado, es decir, cuando se trata de un “bien rival” que una vez ha sido usado por un agente económico no puede ser usado por otro, “excluyente” que se puede excluir de su consumo a algunos agentes económicos y “divisible” que se puede fraccionar y contabilizar sus unidades. A diferencia de los bienes privados, algunos de los bienes y servicios más importantes que proveen las Macrocuencas son, en esencia, bienes y servicios con características de bienes públicos. Contrario a los bienes privados, los bienes públicos tienen diferentes grados de “no rivales”, es decir, el uso por parte de los agentes no rivaliza con otros agentes, por ejemplo el agua como sumidero de residuos. De igual manera los bienes públicos son “no excluyentes”, no se puede excluir a los agentes económicos de su uso, es el caso de la regulación hidráulica. Adicionalmente los bienes públicos son bienes y servicios “no divisibles” como la calidad del agua.

En el caso de los flujos de bienes y servicios ambientales de las Macrocuencas, el sistema de precios no genera la señales adecuadas que puedan poner de acuerdo a consumidores y productores, frecuentemente se generan ineficiencia económica por Fallas de Mercado. Cuando el mercado no puede proveer dicho precio, el recurso hídrico termina siendo subvalorado. Esto lleva a la degradación, deterioro y eventual agotamiento de sus principales servicios ambientales, por tal motivo se presentan conflictos por escases o contaminación, inundaciones por pérdida de la regulación hidráulica y daños a la sociedad por ocupaciones de zonas con funciones de amortiguación hidráulica, etc.

Las fallas de mercado más importantes en el proceso de formulación de los planes estratégicos de las Macrocuencas están relacionadas como ya se mencionó con la existencia de bienes públicos y como se explicará en adelante con externalidades relacionadas, las externalidades son procesos mediante los cuales un grupo de agentes económicos afecta a otro grupo por el uso que hace de los bienes y servicios ambientales de las Macrocuencas, un ejemplo claro de esto es la calidad del agua, algunas poblaciones usan el recurso hídrico como sumidero de residuos y esto provoca que otras

poblaciones no puedan usarla para consumo humano o deban incurrir en costos muy altos de potabilización.

Se trata entonces de que algunos valores del valor económico total no están incluidos en los esquemas de precios, de hecho para algunos de ellos no existen estructuras de mercado. La tarea es descifrar las relaciones entre los diferentes flujos de bienes y servicios, y el esquema de valor económico total. En lo cual los métodos de valoración económica ambiental hacen su aporte.

Los Bienes y Servicios ambientales relacionados con el recurso hídrico de las Macrocuencas son indispensables para el desarrollo de la vida, algunos de estos flujos de bienes y servicios tienen características que los hacen importantes para diferentes grupos de agentes económicos. Por ejemplo: para el consumo humano la cantidad de agua o regularidad de los caudales y la calidad de la misma es indispensable; estos atributos de las fuentes hídricas determinan la disponibilidad del agua para este uso, si existe un gran volumen con niveles de contaminación altos, el agua no está disponible para el consumo humano o los costos de potabilización son tan altos que no es costo eficiente en términos sociales utilizar la fuente para este tipo de uso. Sin embargo, esta fuente puede ser usada para otros tipos de consumo como el agrícola o el industrial.

En el caso de consumo humano la calidad es su asunto primordial, este atributo del bien y servicio ambiental tiene un impacto directo sobre la salud de los ciudadanos. Variaciones en dichos flujos afectan los indicadores de salud de las poblaciones y en general modifican el status de bienestar de los hogares. Por ejemplo, niveles bajos en la calidad del agua de consumo especialmente en zonas rurales, provocan mayores tasas de enfermedades asociadas a la contaminación del agua y gastos más altos para mitigar los efectos de dichas enfermedades. De igual manera, las variaciones en la calidad del agua impactan directamente los costos de operación de las plantas de potabilización. Adicionalmente, en algunos casos como el de la contaminación biológica, al reducir la presión (Disposición de Residuales) sobre el bien o servicio ambiental (Calidad del cuerpo de Agua), el flujo se restaura de manera rápida.

De otra parte, se encuentran los Bienes y Servicios como la regulación hidrológica que proporciona la cobertura vegetal del suelo, escenarios para la recreación, etc. La velocidad de renovación depende del proceso biológico de renovación del bien o servicio ambiental, por ejemplo: La regulación hidrológica en una cuenca depende de una cobertura vegetal adecuada entre otras cosas, por lo cual una vez dicha cobertura vegetal se ha perdido, una regulación hidrológica adecuada se restaurara cuando la cobertura vegetal se restaure nuevamente.

Teniendo en cuenta la información obtenida en el desarrollo de la línea base para las Macrocuencas de Magdalena- Cauca y Caribe y el enfoque conceptual de los planes estratégicos discutido durante el desarrollo del proyecto, problemas de orden geográfico que trasciendan de la jurisdicción de los POMCAS y que tienen una alta importancia relativa, se han identificado los bienes y servicios ambientales de mayor importancia relacionados con el recurso hídrico que se generan en las Macrocuencas. Adicionalmente, la identificación surge a partir de la generalización de los casos tipos estudiados durante la fase de diagnóstico.

A continuación se describen algunas cifras generales sobre los flujos de bienes y servicios enunciados en la tabla anterior que permitirán dimensionar la magnitud de cada uno de los flujos en relación al enfoque conceptual de los planes estratégicos.

Tabla 2.297. Tipos de Valores Económicos Ambientales relacionados con el recurso hídrico.

Tipo de Valor		Flujo de Bien y Servicio Ambiental	Área de Interés para los planes estratégicos	
Valor de Uso	Uso Directo - Mercadeables	Consumo doméstico, sector servicios, industrial, cultivos, generación de energía, pecuario y piscícola	<ul style="list-style-type: none"> • El agua como bien de interés público. • Competencia entre usos y aporte al bienestar social de los diferentes usos. • Externalidades por el uso del recurso hídrico como sumidero de residuos. 	
		Pesca Artesanal	<ul style="list-style-type: none"> • Recurso natural de acceso abierto. • Relevancia en la equidad del consumo como fuente de proteína. • Importancia en la cadena de bioacumulaciones de sustancias peligrosas para la salud. 	
		Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Uso no consuntivo del agua que impacta la competitividad del sector productivo por el transporte de mercancías. 	
	Funciones Ecológicas	Regulación Hidrológica, protección del suelo y control de erosión.	<ul style="list-style-type: none"> • Costos a la sociedad por Inundaciones. • Ocupación de zonas de amortiguación natural. • Regulación hidrológica de las Macrocuencas. • Represamiento mediante obras civiles de los causes hídricos. • Mantenimiento de la oferta hídrica. 	
		Preservación de la Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad de los ecosistemas. • Reducción de riesgos de eventos biológicos nocivos para los humanos. • Dependencia de los sistemas productivos de la biodiversidad. 	
	Opción	Oferta futura de Recurso Hídrico	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación regional para mantener o aumentar la oferta hídrica. 	
		Valor de la información genética	<ul style="list-style-type: none"> • El valor de la información genética para la medicina y el sector productivo. 	
	Valores de No Uso		Valores de Existencia y Legado.	<ul style="list-style-type: none"> • Conflictos entre grupos de interés ambientalista y sector productivo. • Importancia para la sociedad de los recursos naturales y la financiación de planes y proyectos de conservación.

Fuente: UT Macrocuencas.

2.5.1 El agua como bien de interés público y las externalidades por el uso del recurso hídrico como sumidero de residuos.

En general el consumo doméstico rivaliza con los demás consumos y genera externalidades al verter aguas residuales a las fuentes hídricas. Las soluciones de tratamiento de residuales son discutidas por sus altos costos y por la poca claridad sobre los beneficios sociales.

La generación de alimentos mediante la agricultura es también un aspecto clave, este uso del recurso hídrico es el más alto entre todos los usos actuales (Ver tabla siguiente) y genera también externalidades por el aporte de sedimentos a las corrientes hídricas y la contaminación con sustancias químicas.

Los proyectos de generación de energía cambian la dinámica del flujo regular en los caudales, reteniendo el recurso con fines propios de generación, este uso rivaliza con iniciativas de navegabilidad y otros usos como el agrícola. La generación de energía hidroeléctrica puede tener importantes beneficios si los proyectos asumen funciones multipropósitos como la regulación y el almacenamiento para otros usos en épocas de caudales mínimos en las fuentes hídricas.

En la siguiente tabla presentan las cifras de consumo de agua según los diferentes sectores económicos listados en la tabla de flujos de bienes y servicios.

Tabla 2.298. Consumo de Agua en millones de metros cúbicos al año según sector económico.

Zonas de Análisis	Transitorios	Permanentes	Pastos	Bosque	Corca	Total Cultivos	Doméstica	Energético MMC	Servicios	Industria	Pecuario	Piscicultura	Total Demanda	
1 Alto Magdalena	2.312,3	517,5	315,0	18,3	-	3.163,1	600,6	2.033,4	144,4	430,2	179,2	2.212,2	8.763,1	30,8%
2 Medio Magdalena	261,1	774,1	321,1	37,3	1,5	1.395,0	277,9	1.332,6	49,7	139,3	359,1	23,2	3.577,0	12,6%
3 Bajo Magdalena	393,8	783,0	473,0	367,8	0,0	2.017,6	240,2	-	31,5	90,7	360,0	-	2.740,0	9,6%
4 Alto Cauca	55,2	632,7	3.232,0	28,6	0,3	3.948,8	521,6	615,7	141,2	409,7	57,0	58,8	5.752,9	20,2%
5 Medio Cauca	4,0	5,8	2,7	3,6	0,6	16,7	254,2	406,1	99,0	275,2	17,2	22,1	1.090,4	3,8%
6 Bajo Cauca	1.753,5	16,9	290,2	63,8	0,4	2.124,8	68,6	-	2,6	7,2	242,5	0,2	2.445,9	8,6%
7 Catatumbo	145,0	229,1	15,3	10,8	0,3	400,5	78,2	-	14,2	40,0	49,6	-	582,5	2,0%
8 Guajira	124,1	57,4	93,5	0,1	0,1	275,2	65,1	20,0	5,9	16,2	17,6	-	400,1	1,4%
9 Litoral	18,1	31,2	50,9	26,8	-	127,0	60,8	-	16,0	43,7	28,8	-	276,3	1,0%
10 Urabá	695,3	259,8	405,9	27,7	0,1	1.388,9	134,2	956,2	11,0	31,5	242,4	52,1	2.816,3	9,9%
Total general	5.762,5	3.307,5	5.199,7	584,6	3,3	14.857,6	2.301,5	5.364,1	515,5	1.483,6	1.553,6	2.368,7	28.444,5	
	38,8%	22,3%	35,0%	3,9%	0,0%	52,2%	8,1%	18,9%	1,8%	5,2%	5,5%	8,3%		

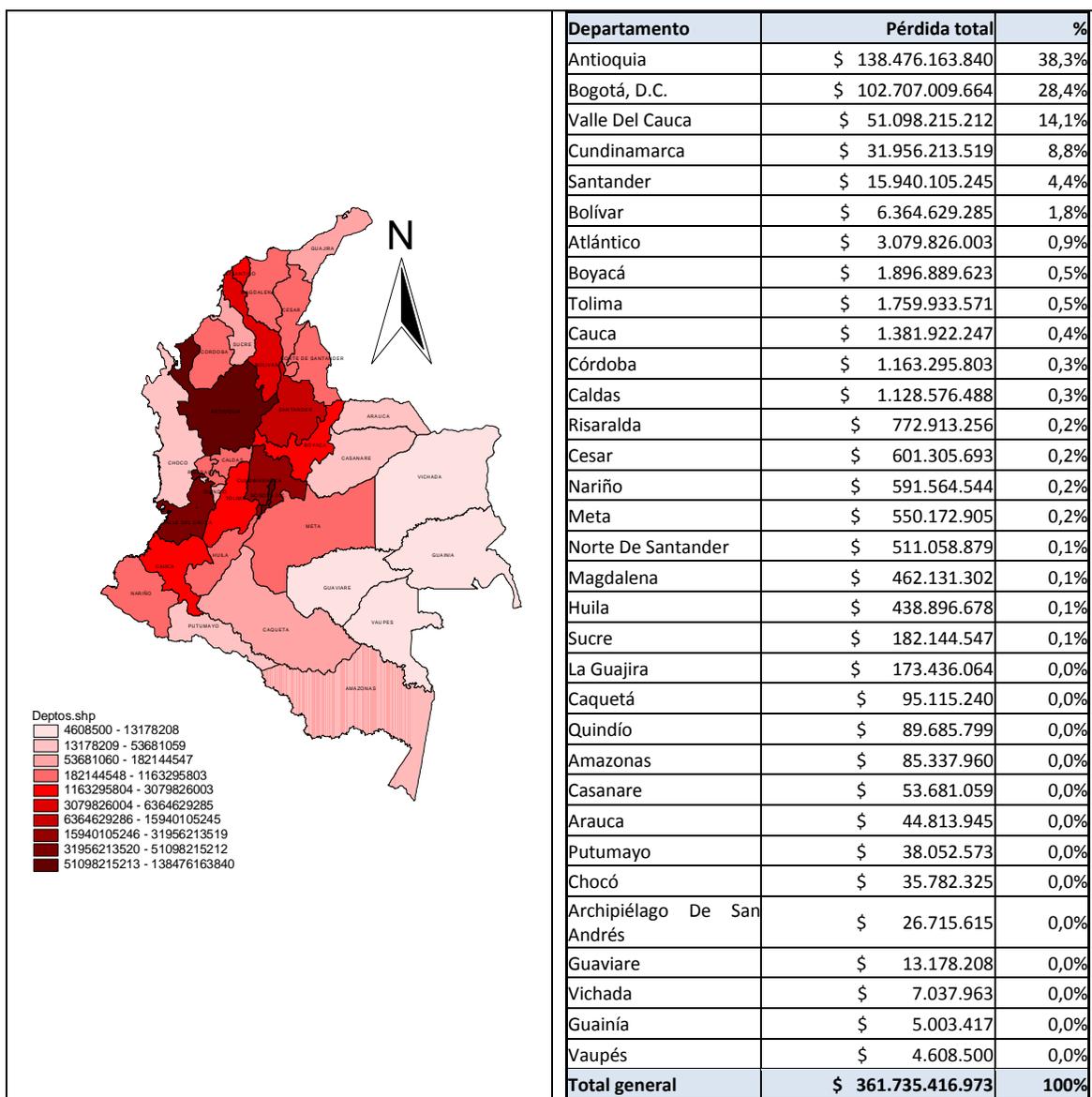
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con base en información de (IDEAM, 2010)

Como puede apreciarse en la tabla anterior, el sector que mayor consumo de agua presenta es el de los cultivos, con 14.857 millones de metros cúbicos al año, seguidamente se ubica el consumo para la generación de energía, el cual representa el 18,9% del consumo total estimado para un año. El mayor consumo según la distribución geográfica se ubica en el Alto Magdalena, el consumo de esta zona representa el 30,8% del consumo total estimado para las Macrocuencas Magdalena - Cauca y Caribe. El alto cauca representa el 20,2% de dicho consumo. En este orden de ideas, la

externalidades provocadas por la disposición de aguas residuales se localiza en las partes altas de la Macrocuenca Magdalena Cauca.

Respecto al tema de la salud y el recurso hídrico, puede destacarse que los usos del agua para consumo de los diferentes sectores vienen acompañados del uso del recurso hídrico como sumidero de residuos, este uso del recurso hídrico tiene efectos como se ha mencionado sobre los potenciales de uso del agua, sobre la salud de las poblaciones expuestas al fenómeno de la contaminación y sobre los ecosistemas. En la siguiente ilustración se presenta algunas cifras sobre el tema de salud y calidad del agua.

Ilustración 2.210. Costo total de prevención y atención de enfermedades relacionadas con la calidad del recurso hídrico por departamento.



Fuente: (Jaime, 2007).

La ilustración presenta los departamentos donde mayores costos de enfermedades relacionadas con la calidad del recurso hídrico. Como puede apreciarse en la gráfica existen costos importantes por estas enfermedades y estos se localizan en las áreas de mayor dinámica económica y mayor concentración de la población (Antioquia, Bogotá y Valle del Cauca). Sin embargo las zonas geográficas colindantes con estas áreas aun cuando no presentan niveles de actividad económica tan fuentes ni niveles de población tan altos, son áreas donde los costos son muy importantes. Lo anterior sugiere la necesidad de incluir este efecto sobre la sociedad en el análisis de eventuales iniciativas de promoción del desarrollo o de control de la contaminación.

Como se ha discutido en los casos analizados, existen patrones generales que deben ser abordados con información cuantitativa para su eficiente solución, en el proceso de elaboración de los planes estratégicos la valoración económica ambiental apoyará la formulación de lineamientos y la discusión con actores claves sobre formas de actuar en el territorio. Siguiendo a (Uribe, Carriazo, Mendieta, & Jaime, 2003) se tiene que en el tema de uso del agua y las externalidades relacionadas estudios mediante las metodologías de función de producción de salud y función de daño pueden aportar elementos de juicio valiosos para la discusión. Por ejemplo: Para el caso de un agricultor y los efectos de la calidad y cantidad de agua disponible en sus sistema productivo, los costos asociados a un cambio ambiental, se podría examinar de las siguientes dos maneras:

Mediante una *Función de Costos de Producción*:

$$CT = f(P_K, P_L, Q, q)$$

Dónde,

- CT Representa los costos totales de producción.
- P_K Es el precio de insumos.
- P_L Es el precio del factor trabajo.
- Q Es la cantidad producida del bien.
- q Es la calidad o cantidad ambiental.

De esta función se espera que los costos totales de producción (CT) disminuyan a medida que aumenta la calidad ambiental. Consecuentemente mediante una Función de Producción puede verse efectos sobre la productividad de la calidad ambiental:

$$Q = f(K, L, q)$$

Dónde,

- Q Es la cantidad producida del bien.
- K Es la cantidad de insumos utilizados para producir Q .
- L Es la cantidad de trabajo utilizado para producir Q .
- q Es la calidad o la oferta ambiental.

De esta función se espera que la cantidad producida (Q) aumente en la medida en que mejora la calidad ambiental (q). Determinar la productividad marginal del agua permite localizar un recurso escaso de interés público en las actividades que mejor retorno social tengan, por ejemplo sectores productivos con mayor generación de empleo o mayor importancia en la matriz insumo producto de un país o región.

Cuando estos cambios ambientales no afectan a un productor sino a varios, entonces el cambio agregado del bienestar se obtendría mediante la suma de los cambios en los beneficios o costos de todas las empresas.

En el caso de la salud los costos de atención de enfermedades asociadas al recurso hídrico resisten importancia regional para la acometida de proyectos de saneamiento, con el caso del Río Bogotá, en donde la contaminación sobre el río aguas debajo de la sabana de Bogotá puede ser importante porque afecta los indicadores de salud de las poblaciones expuestas al fenómeno o incluso porque la contaminación biológica puede seguirse registrando incluso en el Magdalena aguas debajo de la desembocadura del río, no así con los otros contaminantes. Como se mostró en la Ilustración 2.210, existen patrones de concentración de los costos asociados a las enfermedades relacionadas con el recurso hídrico, el estudio de estos patrones mediante la transferencia de costos desde estudios de función de producción de salud ayudará a entender las causas y a evaluar los beneficios sociales de proyectos de tratamiento de aguas residuales.

De acuerdo con (Uribe, Carriazo, Mendieta, & Jaime, 2003) existe una función de producción de salud, en esta, el *estatus de salud* depende de las actividades defensivas, de las de tratamiento y del nivel de contaminación a que se encuentra expuesto el individuo⁷.

$$S = s(D, T, q)$$

Donde,

- S Representa el status de salud. Se puede expresar, por ejemplo, como el número de días que permanece enfermo el individuo, o la tasa de morbilidad.
- D Son las actividades defensivas del individuo. Por ejemplo, cantidad de litros de agua embotellada que consume.
- T Son las actividades de tratamiento del individuo. Por ejemplo, el número de visitas al médico.
- q Es el nivel de contaminación a que se encuentra expuesto el individuo. Por ejemplo, concentración de metales pesados en el agua.

⁷ El nivel de actividades defensivas, D , y la cantidad de contaminación, q , definen el grado de exposición del individuo, $E = E(D, q)$. Por simplicidad, el modelo no parte de este planteamiento, en vez de eso, se plantea directamente la función para S .

De acuerdo con esta función un incremento en el nivel de actividades preventivas y en el nivel de actividades de tratamiento disminuyan el número de días que el individuo permanece enfermo, alternativamente se espera, que un incremento en los niveles de la contaminación aumente el número de días que se permanece enfermo. Los incrementos en los niveles de defensa y tratamiento que los hogares deben implementar como mecanismo de defensa de la contaminación pueden ser cuantificados y asimilados como costos ocasionados por el uso del recurso hídrico como sumidero de residuos. Si en los proyectos de tratamiento de aguas residuales tiene un efecto importante sobre estos costos, los proyectos sin duda son socialmente mejor aceptados.

2.5.1.1 Consumo Humano.

Dentro de los servicios ambientales del recurso hídrico en las Macrocuencas, se encuentra el asociado al consumo humano. Debido a su importancia y a los beneficios relacionados, éste servicio posee un valor de uso directo mercadeable, por lo que su valoración económica adquiere gran relevancia en el desarrollo de una regulación adecuada para el mismo.

(Merayo, 1999) utiliza el método de Valoración Contingente, en el cual se calcula el valor económico total del agua potable para uso doméstico en Costa Rica, mediante la estimación del Valor Dispuesto a Pagar (VDP) de los usuarios por este servicio. Lo anterior se establece teniendo en cuenta tarifas hipotéticas propuestas a los encuestados, el precio real que pagan los usuarios por el agua y el ingreso familiar. Se determinó que el VDP por usuario es de US\$1.49/mes adicionales a la tarifa que actualmente pagan.

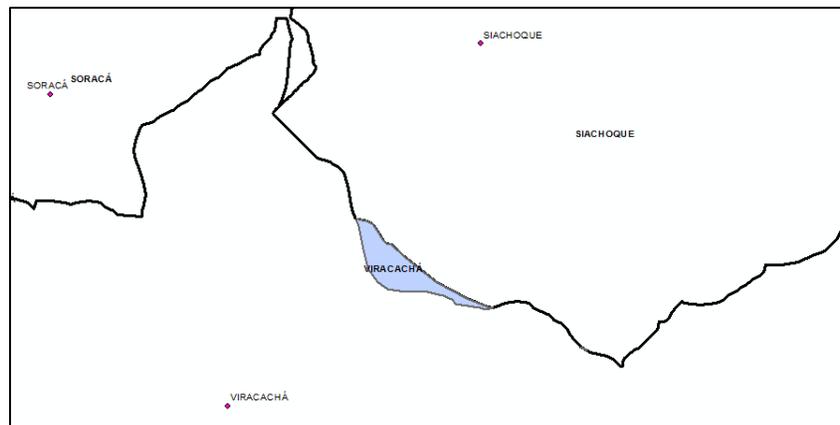
De igual manera, (Yaguache & Carrion, 2004) estima la disposición de pago teniendo en cuenta el ingreso familiar, en el cual se establece un valor de US \$ 0,13 por metro cúbico de agua consumida en Ecuador, adicional a la tarifa actual.

(Cruz & Rivera, 2004) desarrollan la valoración económica del suministro de agua en la cuenca del Río Calán en Honduras, mediante la determinación de la Disponibilidad de Pago (DP) de los usuarios (utilizando el Método de Valoración Contingente), del balance hídrico de las zonas de recarga, el Costo de Oportunidad (CO) de los pobladores de la cuenca, y de los costos por la adopción de medidas tendientes a proteger la calidad y cantidad de agua producida. En este estudio se estima un aumento de US\$ 0,93 al valor de la tarifa pagada.

La valoración económica del agua para consumo humano en las Macrocuencas, se realizó con base en la información reportada en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI) en el último año disponible (2011) para los municipios que cuentan con su cabecera dentro de los límites de las mismas.

Como ejemplo general, en la Ilustración 2.211 se presenta el municipio de Viracachá, Boyacá, el cual cuenta con área dentro de las Macrocuencas pero su cabecera se ubica fuera de éstas. Por lo tanto, de los 883 municipios que pertenecen a las Macrocuencas, sólo se analizan los datos de 828 como se observa en la Tabla 2.299.

Ilustración 2.211. Ubicación de la cabecera del municipio Viracachá, Boyacá.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas⁸

Tabla 2.299. Número de municipios y cabeceras por zona hidrográfica.

Zona Hidrográfica	Municipios	Cabeceras
Alto Magdalena	435	143
Medio Magdalena	499	268
Bajo Magdalena	193	93
Alto Cauca	482	145
Medio Cauca	69	26
Bajo Cauca	75	36
Catatumbo	93	34
Guajira	38	11
Litoral	16	10
Urabá	220	62
Total general	2120⁹	828

Fuente: UT Macrocuencas.

De igual manera, cabe aclarar que existen debilidades en la información de 505 municipios, dentro de los cuales, 153 municipios cuentan con reportes entre los años 2005 y 2010, mientras que 352 carecen de datos en todos los años. Por lo anterior, fue necesario establecer un criterio apropiado para reemplazar los datos faltantes.

Para los 153 municipios con información en años anteriores, se determinó una tasa de crecimiento con base en el número de suscriptores reportado, la cual se presenta en la Tabla 2.300.

Tabla 2.300. Tasa de crecimiento según estrato socioeconómico.

⁸ Notaciones de la gráfica: Límite Macrocuencas (negro), Municipio Viracachá (azul), cabecera municipal (rosado)

⁹ Hace referencia a la fracción de área de cada municipio dentro de la zona hidrográfica y no al municipio como unidad, por lo cual, el valor total es superior a 883 (municipios pertenecientes a la Macrocuencia), debido a que un solo municipio puede estar ubicado en dos o más zonas.

Año	Tasa de Crecimiento Estrato 1	Tasa de Crecimiento Estrato 2	Tasa de Crecimiento Estrato 3	Tasa de Crecimiento Estrato 4	Tasa de Crecimiento Estrato 5	Tasa de Crecimiento Estrato 6
2005	1,42	1,28	1,27	1,48	1,47	1,45
2006	1,35	1,23	1,23	1,40	1,39	1,39
2007	1,28	1,19	1,19	1,33	1,32	1,32
2008	1,21	1,14	1,15	1,25	1,24	1,25
2009	1,14	1,10	1,10	1,17	1,18	1,18
2010	1,07	1,05	1,04	1,09	1,07	1,10
2011	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

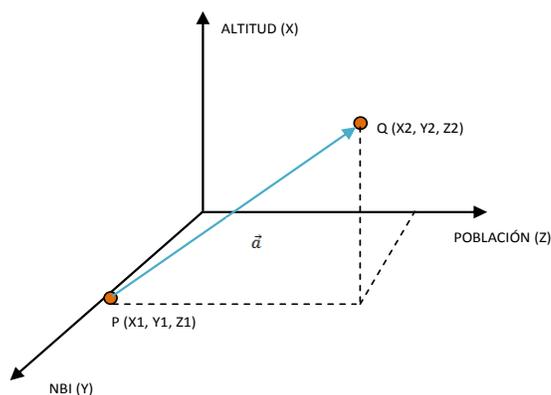
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Sistema Único de Información de Servicios Públicos)

Para reemplazar los datos faltantes en estos municipios se utilizan las tasas de crecimiento, mostradas previamente, como factor de conversión para transformar los datos de años anteriores en valores del año 2011.

Con relación a los 352 municipios que no contaban con información en ningún año, se establece un criterio de reemplazo basado en la similitud de municipios con registros, según la mínima diferencia existente, respecto a tres variables, la altitud en metros sobre el nivel del mar, la población y el NBI.

Teniendo en cuenta la Figura 2.1, se observa que para el cálculo de la mínima diferencia, se debe calcular la magnitud de un vector en un plano de tres dimensiones.

Figura 2.1. Magnitud de un vector en un plano de tres dimensiones.



$$|\vec{a}| = \sqrt{|x_1 - x_2|^2 + |y_1 - y_2|^2 + |z_1 - z_2|^2}$$

Fuente: UT Macrocuencas

La distancia representada por el vector \vec{a} indica el municipio más similar con el cual se deben substituir los valores respectivos. Sin embargo, los valores son reemplazados realizando una conversión proporcional a la población del municipio sin información.

Para determinar la confiabilidad de los datos reemplazados, se determinan las variables estadísticas presentadas en la Tabla 2.301. De igual forma, la “diferencia de reemplazo” hace referencia a la diferencia entre los valores de cada variable, para los municipios sin datos y aquellos que cuentan con información.

Tabla 2.301. Estadística de reemplazo por similitud.

Municipios sin datos	NBI	Población	Altitud
Promedio	53,2	6.175,4	998,9
Desviación Estándar	18,7	9.464,2	954,3
Diferencia de Reemplazo	NBI	Población	Altitud
Promedio	18,4	127,7	97,8
Desviación Estándar	14,6	145,0	100,0

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (DANE).

Se observa que el promedio de las diferencias de cada variable, es significativamente menor respecto a los promedios de los municipios sin datos. De igual manera, las desviaciones estándar para las variables de los municipios sin información indican una alta dispersión en este conjunto de datos. Teniendo en cuenta lo anterior, se evidencia una similitud alta entre los municipios reemplazados.

Para el análisis económico se identifica la siguiente relación:

Ecuación 5. Cálculo del valor del agua para consumo humano.

$$VT_i = \sum_{e=1}^6 q_{ie} * V_i$$

Dónde:

VT_i = Valor total en pesos del agua consumida para el municipio i

q_{ie} = Volumen de agua consumida en metros cúbicos en el municipio i, según el estrato e.

V_i = Valor en pesos por cada metro cúbico consumido en el municipio i.

Teniendo en cuenta la información presentada anteriormente, se realizan los cálculos respectivos de la valoración económica para la Macrocuena.

El consumo humano se relaciona con el sector doméstico, por lo cual para el análisis y valoración económica de éste servicio ambiental, se establecen los suscriptores al servicio de acueducto como el principal agente económico.

En la Tabla 2.302 se presenta la información relacionada con el número de suscriptores para las zonas hidrográficas de la Macrocuena Magdalena-Cauca.

Tabla 2.302. Suscriptores del servicio de Acueducto según estrato socioeconómico para la Macrocuena Magdalena-Cauca.

Zonas Hidrográficas	Suscriptores Estrato1	%	Suscriptores Estrato2	%	Suscriptores Estrato3	%	Suscriptores Estrato4	%	Suscriptores Estrato5	%	Suscriptores Estrato6	%
Alto Magdalena	252.267	16	824.381	33	762.393	39	287.821	44	87.558	32	70.595	45
Medio Magdalena	629.934	39	521.817	21	287.815	15	80.673	12	13.764	5	10.476	7
Bajo Magdalena	303.150	19	228.513	9	114.271	6	41.531	6	16.504	6	13.687	9
Alto Cauca	270.674	17	523.298	21	451.387	23	138.543	21	83.610	31	30.600	19
Medio Cauca	77.607	5	322.937	13	326.629	17	98.510	15	69.863	26	31.750	20
Bajo Cauca	81.854	5	59.895	2	21.389	1	4.966	1	359	0,1	1.248	1
Total general	1.615.485	100	2.480.842	100	1.963.885	100	652.044	100	271.658	100	158.356	100

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Sistema Único de Información de Servicios Públicos)

Teniendo en cuenta los datos presentados anteriormente, se observa que en el Alto Magdalena se concentra la mayor cantidad de suscriptores, mientras que el Bajo Cauca es la zona que cuenta con el menor número. Lo anterior, es consistente con la distribución de la población urbana, debido a que de los 27.4 millones de habitantes reportados para los municipios de la Macrocuena, aproximadamente 10 millones, se encuentran en el Alto Magdalena y sólo 879 mil en el Bajo Cauca, cifras que representan el 38% y 3% respectivamente. De igual manera, cabe resaltar que en la zona del Alto Magdalena se ubica la capital del país, razón por lo cual, se incrementa el número de habitantes para dicha zona.

Adicionalmente, se evidencia que el estrato predominante es el 2, situación que indica que el mayor porcentaje de la población de la Macrocuena Magdalena-Cauca tiene una capacidad económica baja.

De otra parte, en la Tabla 2.303 y Tabla 2.304, se presentan los datos relacionados con el volumen de agua consumida en las zonas de la Macrocuena.

Tabla 2.303. Consumo de agua en metros cúbicos del sector doméstico según estrato socioeconómico para la Macrocuena Magdalena-Cauca.

Zonas Hidrográficas	Consumo total Estrato1 (m3)	Consumo total Estrato2 (m3)	Consumo total Estrato3 (m3)	Consumo total Estrato4 (m3)	Consumo total Estrato5 (m3)	Consumo total Estrato6 (m3)
Alto Magdalena	38.878.798	119.339.003	97.970.773	39.113.108	13.127.197	13.895.122
Medio Magdalena	105.639.877	117.439.406	68.590.850	14.790.517	2.563.825	2.558.682
Bajo Magdalena	41.034.030	36.343.508	21.941.761	9.988.533	3.964.846	4.785.518
Alto Cauca	45.287.005	88.599.074	78.384.403	24.156.814	16.643.441	7.380.682
Medio Cauca	11.940.762	50.588.152	52.505.835	16.775.479	12.853.250	7.232.972
Bajo Cauca	9.373.618	8.209.543	3.674.625	1.188.691	94.753	480.853
Total general	252.154.090	420.518.687	323.068.248	106.013.143	49.247.312	36.333.828

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Sistema Único de Información de Servicios Públicos)

Tabla 2.304. Porcentaje de Consumo de agua en metros cúbicos del sector doméstico según estrato socioeconómico para la Macrocuena Magdalena-Cauca.

Zonas Hidrográficas	Consumo total Estrato1 (m3)	Consumo total Estrato2 (m3)	Consumo total Estrato3 (m3)	Consumo total Estrato4 (m3)	Consumo total Estrato5 (m3)	Consumo total Estrato6 (m3)
Alto Magdalena	3,3%	10,1%	8,3%	3,3%	1,1%	1,2%
Medio Magdalena	8,9%	9,9%	5,8%	1,2%	0,2%	0,2%
Bajo Magdalena	3,5%	3,1%	1,8%	0,8%	0,3%	0,4%
Alto Cauca	3,8%	7,5%	6,6%	2,0%	1,4%	0,6%
Medio Cauca	1,0%	4,3%	4,4%	1,4%	1,1%	0,6%
Bajo Cauca	0,8%	0,7%	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%
Total general	21,2%	35,4%	27,2%	8,9%	4,1%	3,1%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Sistema Único de Información de Servicios Públicos) ¹⁰

A partir de la tabla anterior, se observa que el Alto Magdalena y el Bajo Cauca son las zonas que reportan el mayor y el menor consumo de agua respectivamente, estableciéndose una relación directa entre el número de suscriptores y el consumo de agua. De otra parte, los consumidores más representativos son los estratos 1 y 2, situación que evidencia que la capacidad económica no influye considerablemente en el volumen de agua consumido.

Adicionalmente, se presenta el valor promedio pagado por cada metro cúbico consumido.

Tabla 2.305. Valor por metro cúbico según estrato socioeconómico para la Macrocuena Magdalena-Cauca.

Zonas Hidrográficas	Valor por unidad (\$/m3) Estrato 1	Valor por unidad (\$/m3) Estrato 2	Valor por unidad (\$/m3) Estrato 3	Valor por unidad (\$/m3) Estrato 4	Valor por unidad (\$/m3) Estrato 5	Valor por unidad (\$/m3) Estrato 6
Alto Magdalena	845	743	759	918	1.084	1.117
Medio Magdalena	677	638	694	700	959	1.470
Bajo Magdalena	1.036	1.044	1.054	1.149	1.266	1.079
Alto Cauca	900	898	904	929	1.035	998
Medio Cauca	839	887	903	1.005	1.030	1.045
Bajo Cauca	1.619	1.353	1.476	1.344	1.501	1.774
Promedio	986	927	965	1.007	1.146	1.247

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Sistema Único de Información de Servicios Públicos)

Con base en la información anterior, se observa que Bajo Cauca y Medio Magdalena son las zonas en las cuales se encuentran el mayor y el menor valor del agua respectivamente. Lo anterior, se relaciona con la disponibilidad del recurso hídrico en las zonas en mención. De igual manera, se observa que el valor cobrado por metro cúbico distribuido, es mayor en el estrato 1 que en el 2, inconsistente con la capacidad económica y al consumo asociado a los mismos.

La información relacionada con el valor por consumo de agua se presenta en las siguientes tablas.

Tabla 2.306. Valor por Consumo de agua del sector doméstico según estrato socioeconómico para la Macrocuena Magdalena-Cauca.

¹⁰ Porcentaje calculado sobre el valor total consumido en la Macrocuena Magdalena- Cauca.

Zonas Hidrográficas	Facturación por consumo Estrato 1 (\$)	Facturación por consumo Estrato 2 (\$)	Facturación por consumo Estrato 3 (\$)	Facturación por consumo Estrato 4 (\$)	Facturación por consumo Estrato 5 (\$)	Facturación por consumo Estrato 6 (\$)
Alto Magdalena	51.324.075.116	200.398.919.333	188.024.732.189	76.545.438.425	27.897.951.433	30.418.364.017
Medio Magdalena	22.280.208.325	38.977.424.688	36.539.611.606	16.577.174.196	3.166.751.687	3.634.363.664
Bajo Magdalena	53.201.187.875	44.001.684.789	26.277.094.912	12.633.418.711	5.306.841.239	6.552.778.747
Alto Cauca	44.738.712.844	92.738.284.473	86.411.820.855	27.117.538.472	19.637.327.397	8.851.787.847
Medio Cauca	11.385.225.832	51.737.997.386	54.969.369.396	17.355.335.860	13.414.797.910	7.542.785.701
Bajo Cauca	9.200.977.396	9.329.806.278	4.246.176.243	1.856.721.663	185.168.198	853.718.343
Total general	192.130.387.388	437.184.116.947	396.468.805.203	152.085.627.327	69.608.837.864	57.853.798.318

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Sistema Único de Información de Servicios Públicos)

Tabla 2.307. Porcentaje de Valor por Consumo de agua del sector doméstico según estrato socioeconómico para la Macrocuenca Magdalena-Cauca.

Zonas Hidrográficas	Facturación por consumo Estrato 1 (\$)	Facturación por consumo Estrato 2 (\$)	Facturación por consumo Estrato 3 (\$)	Facturación por consumo Estrato 4 (\$)	Facturación por consumo Estrato 5 (\$)	Facturación por consumo Estrato 6 (\$)
Alto Magdalena	3,9%	15,4%	14,4%	5,9%	2,1%	2,3%
Medio Magdalena	1,7%	3,0%	2,8%	1,3%	0,2%	0,3%
Bajo Magdalena	4,1%	3,4%	2,0%	1,0%	0,4%	0,5%
Alto Cauca	3,4%	7,1%	6,6%	2,1%	1,5%	0,7%
Medio Cauca	0,9%	4,0%	4,2%	1,3%	1,0%	0,6%
Bajo Cauca	0,7%	0,7%	0,3%	0,1%	0,0%	0,1%
Total general	14,7%	33,5%	30,4%	11,7%	5,3%	4,4%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Sistema Único de Información de Servicios Públicos)¹¹

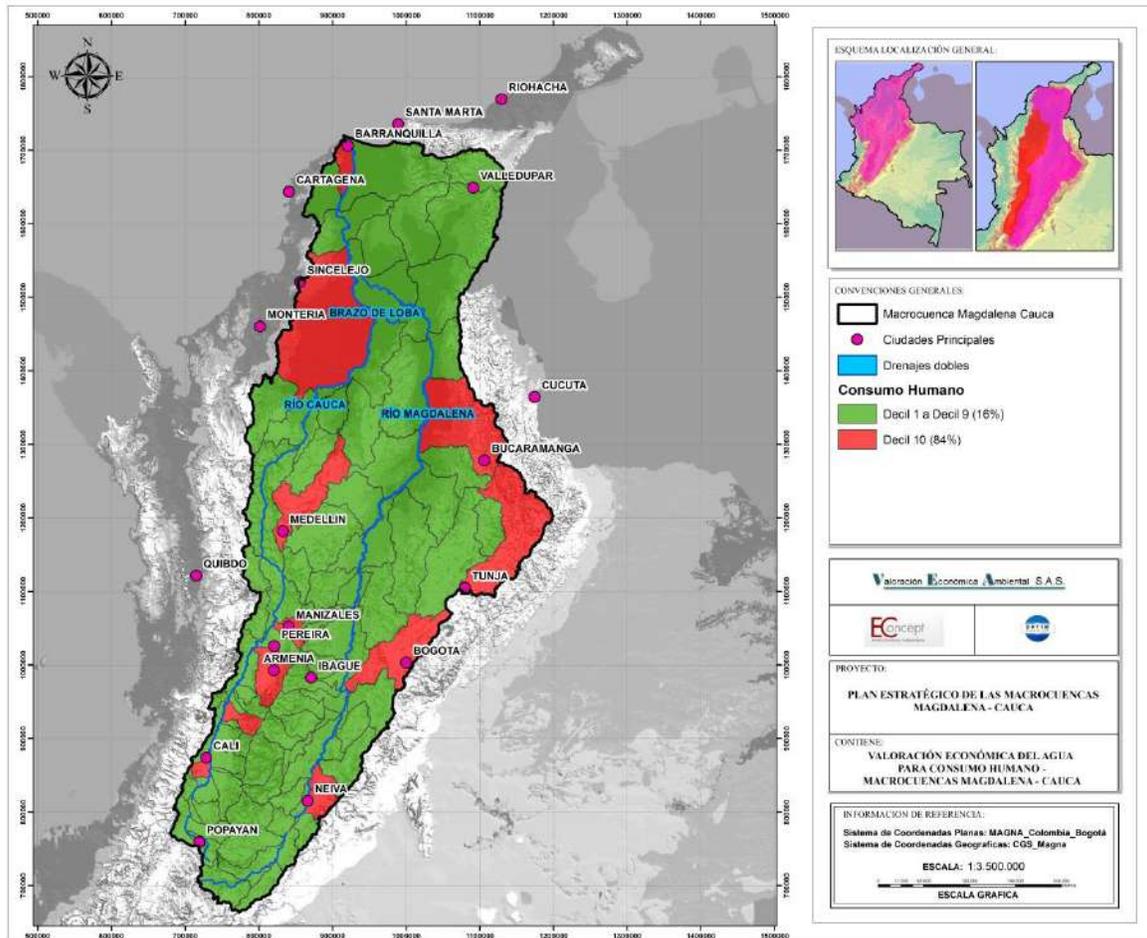
Con base en la información anterior, se observa que el valor pagado por consumo de agua se concentra en la zona del Alto Magdalena, principalmente en el estrato 2, lo cual indica que para esta zona la facturación es proporcional al valor de agua consumido. Sin embargo, la baja facturación en el Medio Magdalena, no es coherente con el alto consumo. Lo anterior, se relaciona con la disponibilidad del recurso hídrico en los departamentos que conforman la zona en mención.

Finalmente, se encuentra que el consumo total de agua en la Macrocuenca Magdalena- Cauca es de 1.187.335.308 m³, volumen por el cual los suscriptores pagan un valor total de \$1.305.331.573.048.

Así mismo, con base en la información anterior, en la Ilustración 2.212 se presenta la espacialización de la valoración económica del agua para consumo humano.

¹¹ Porcentaje calculado sobre el valor total facturado en la Macrocuenca Magdalena- Cauca.

Ilustración 2.212. Valoración Económica del agua para consumo humano.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Sistema Único de Información de Servicios Públicos)

Las subzonas hidrográficas representadas en color rojo corresponden a las subzonas que se encuentran en el Decil 10 y concentran el 84% del valor del agua para consumo humano.

2.5.1.2 Producción Agrícola.

El agua destinada para la producción agrícola es un servicio ambiental del recurso hídrico en las Macrocuencas Magdalena-Cauca. Los diferentes cultivos y productos agrícolas están relacionados con las necesidades básicas y el desarrollo económico de la población. Así mismo, la agricultura representa aproximadamente el 70% de las extracciones de agua y el 93% del consumo de agua en todo el mundo, debido a que para uso doméstico las personas necesitan entre 30 - 300 litros de agua diario, mientras que para satisfacer las necesidades alimenticias de un día, se requieren 3.000 litros de agua por persona. (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 2004)

Lo anterior se encuentra relacionado con el hecho de que el riego generalmente requiere grandes volúmenes de agua, que pueden ser de baja calidad, contrario al uso doméstico del agua, que

requiere menor cantidad de agua, pero de mejor calidad. (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 2004)

Por lo anterior, este servicio posee un valor de uso directo mercadeable y es necesario establecer una regulación adecuada para el mismo, lo cual se realiza mediante el proceso de valoración económica.

(Garrido, Palacios, & Calatrava, 2004) teniendo en cuenta una relación entre el valor bruto de las cosechas y el volumen de agua utilizado en México, determinan que el valor de la productividad marginal del agua es de US\$ 0.076/m³, mientras que para el período seco cuando el volumen medio disponible se reduce, el valor de la productividad marginal aumenta a US\$ 0.16/m³.

De acuerdo con (Briscoe, 1996), mediante el Método de Valoración Contingente, determina que la disponibilidad a pagar del agua para uso agrícola depende de los cultivos asociados. En los cultivos relevantes en la economía como frutas, verduras y flores, se encuentra alrededor de USD\$ 0.05/m³. Sin embargo, en el riego de granos, el valor del agua es de USD \$ 0.005/m³.

La valoración económica del agua para consumo agrícola en las Macrocuencas, se realizó con base en la información obtenida a partir del Estudio Nacional del Agua del año 2010 (ENA), elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para las subzonas hidrográficas que pertenecen a las Macrocuencas Magdalena-Cauca. Para el análisis económico se identifica la siguiente relación:

Ecuación 6. Cálculo general del valor del agua para consumo agrícola.

$$VT_i = \sum_{j=1}^n Q_{ij} * V_j$$

Dónde:

VT_i = Valor total en pesos del agua consumida para la subzona hidrográfica i

Q_{ij} = Volumen de agua consumida en metros cúbicos en la subzona hidrográfica i , según tipo de cultivo j

V_j = Valor en pesos por cada metro cúbico según el tipo de cultivo j

Teniendo en cuenta la información presentada anteriormente, se realizan los cálculos respectivos de la valoración económica para la Macrocuenca. Para el análisis y valoración económica de éste servicio ambiental, se tiene en cuenta la unidad de reporte de la información, por lo tanto, los departamentos con datos de consumo agrícola se establecen como el principal agente económico.

Tabla 2.308. Consumo de agua en millones de metros cúbicos en cultivos transitorios y permanentes para la Macrocuenca Magdalena- Cauca.

Zona Hidrográfica	Cultivos Transitorios (Millones de m3)	%	Cultivos Permanentes (Millones de m3)	%
Alto Magdalena	2.312,31	48%	517,5	19%
Medio Magdalena	261,1	5%	774,07	28%
Bajo Magdalena	393,81	8%	782,96	29%
Alto Cauca	55,19	1%	632,74	23%
Medio Cauca	4,04	0,10%	5,78	0,20%
Bajo Cauca	1.753,52	37%	16,92	1%
Total	4.780	100%	2.730	100%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

En la tabla anterior, se evidencia el consumo en millones de metros cúbicos desagregándose por cultivos permanentes y cultivos transitorios para cada zona hidrográfica. Considerando la información anterior en el cálculo general del valor del agua para consumo agrícola se necesita también el valor en pesos por cada metro cúbico según el tipo de cultivo.

En este orden de ideas, el valor en pesos por cada metro cúbico en la literatura universal es considerado como el Rendimiento Neto del Agua según (Hellegers & Davidson, 2010). Además de esto, el tema se encuentra ampliamente dirigido en la evaluación económica de recursos naturales basándose en metodologías robustas y precisas para la aplicación en la agricultura (Aguas de Riego). Tal es el caso del procedimiento que describe (Young, Determining the Economic Value of Water: Concepts and Methods., 2005) denominado el Método Residual el cual estima el valor marginal del agua para uso agrícola teniendo en cuenta las propiedades económicas (Precio y Cantidad) del cultivo y sus diferentes insumos. El método consiste en el planteamiento básico en el que los costos del cultivo son iguales a la sumatoria de los costos del consumo:

Ecuación 7. Modelo de Equilibrio de Costos.

$$Y_j * V_j = \sum Q_{k,j} * V_{k,j}$$

Fuente: Adaptado de (Hellegers & Davidson, 2010)

Donde Y_j es la cantidad de cultivo j ; V_j es el valor del cultivo j ; $Q_{k,j}$ es el insumo k necesario para producir el cultivo j ; y $V_{k,j}$ es el valor promedio del insumo k . Considerando el caso agrícola colombiano, la anterior ecuación se desagrega en la siguiente:

Ecuación 8. Modelo de Equilibrio de Costos desagregados.

$$Y_j * V_j = Q_{w,j} * V_{w,j} + Q_{t,j} * V_{t,j} + Q_{f,j} * V_{f,j} + Q_{q,j} * V_{q,j}$$

Dónde las nuevas variables a considerar son:

$Q_{w,j}$: Cantidad en metros cúbicos de agua por cultivo j

$Q_{t,j}$: Cantidad de la mano de obra por cultivo j
 $Q_{f,j}$: Cantidad de fertilizantes por cultivo j
 $Q_{q,j}$: Cantidad de químicos por cultivo j
 $V_{w,j}$: Valor del metro cúbico de agua por cultivo j
 $V_{t,j}$: Valor de la mano de obra por cultivo j
 $V_{f,j}$: Valor de fertilizantes por cultivo j
 $V_{q,j}$: Valor de químicos por cultivo j

Teniendo en cuenta que la única variable desconocida es el valor por metro cúbico de agua por metro cúbico ($V_{w,j}$) se cumple con el requisito matemático en el que para hallar una variable es necesario al menos una ecuación:

Ecuación 9. Solución del valor del agua por cultivo

$$V_{w,j} = \frac{Y_j * V_j - Q_{f,j} * V_{f,j} - Q_{q,j} * V_{q,j} - Q_{t,j} * V_{t,j}}{Q_{w,j}}$$

En el libro de (Young, Determining the Economic Value of Water: Concepts and Methods., 2005, pág. 61) la anterior ecuación la denomina como el “Valor del Agua” o el “Valor Residual”. Ahora considerando la Ecuación 9 y la Ecuación 6 se obtiene el Valor Total en pesos del agua para la subzona hidrográfica.

En este orden de ideas, en la literatura internacional proponen la metodología anterior considerando otros métodos de valoración económica ambiental como otras alternativas. Para la (Organización de Naciones Unidas Para la Agricultura, 2010), las diferentes técnicas de valoración económica contienen resultados similares en cuanto al valor del agua por tipo de cultivo. Con base en esto, En un estudio realizado por dicha organización se presenta un análisis estadístico por medio de 92¹² valoraciones económicas del valor del agua en la agricultura en el que los cultivos transitorios presentan un valor ponderado de US\$ 0.258 /m³ mientras que los cultivos permanentes reciben un valor de US\$ 0.222 /m³ a precios del 2010. Para lograr la cuantificación del valor del agua, se empleará la técnica de la transferencia de beneficios. Frecuentemente, en la aplicación de la técnica mencionada, será necesaria la formulación de la siguiente Ecuación de cálculo:

$$V_t^T = V_o^F \left(\frac{PIB p_o^F}{PIB p_o^T} \right) * \left(\frac{IPC_t}{IPC_o} \right) * E_t$$

Fuente: (Heinz & Tol, 1996)

Dónde:

V_t^T : Valor a transferir en el estudio actual corrigiendo por poder de paridad de compra y por índice de precios, expresados en el año t.

¹² (Organización de Naciones Unidas Para la Agricultura, 2010, pág. 11)

V_o^F : Valor del estudio con base en el cual se realizará la respectiva transferencia de beneficios o costos.

$\left(\frac{PIBp_o^F}{PIBp_o^T}\right)$: Factor de corrección por PIB per cápita de Colombia y del país de referencia donde se realizó el estudio a transferir

$\left(\frac{IPC_t}{IPC_o}\right)$: Factor de corrección por Índice de Precios al Consumidor de Colombia y del país de referencia donde se realizó el estudio a transferir. Índice de precios relativos.

E_t : TRM de la moneda de Colombia respecto al país en donde se realizó el estudio a transferir, en el periodo t.

En este caso particular se empleará el estudio de “THE ECONOMIC VALUE OF WATER FOR AGRICULTURAL, DOMESTIC AND INDUSTRIAL USES: A GLOBAL COMPILATION OF ECONOMIC STUDIES AND MARKET PRICES”, El cual es realizado por la (Organización de Naciones Unidas Para la Agricultura, 2010) - FAO. Para la transferencia de beneficios serán empleados los siguientes datos:

- Inflación de los Estados Unidos año 2010: 1,60% (Bureau of Labor Statistics , 2013)
- Inflación de Colombia - año 2010: 3,17% (Departamento Administrativo Nacional de Estadística- DANE)
- PIB per cápita de los Estados Unidos -año 2010: US \$ 46.612 (Banco Mundial, 2012)
- PIB per cápita de Colombia - año 2010: US \$ 9.393 (Banco Mundial, 2012)
- TRM promedio año 2010: \$ 1.913 (Calculado con la información del Banco de la Republica de Colombia).

Luego de aplicar la formula anterior se obtiene que el valor del agua para cultivos transitorios y permanentes a precios del 2013 son los siguientes:

Tabla 2.309. Valor del Agua según tipo de cultivo. Pesos Colombianos por metro cúbico (Precios del 2013)

Tipo de Cultivo	Valor
Transitorio	\$ 220,62
Permanente	\$ 189,83

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Con los valores de la tabla anterior y la Tabla 2.308 se procede a realizar la valoración económica por medio de la Ecuación 6 para cada zona hidrográfica en la Macrocuena Magdalena-Cauca:

Tabla 2.310. Valor del Agua según tipo de cultivo para cada subzona hidrográfica. Millones de Pesos Colombianos (Precios del 2013)

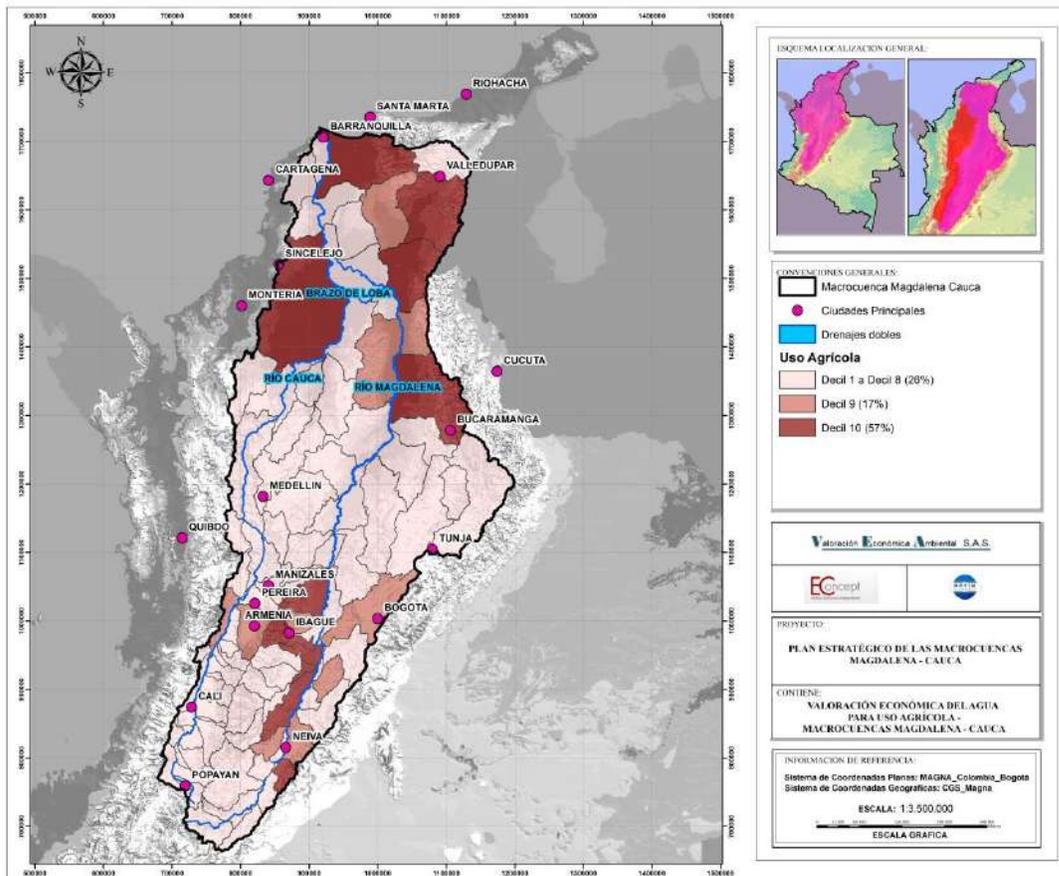
Zona Hidrográfica	Valor del Agua Cultivos Transitorios	Participación	Valor del Agua Cultivos permanentes	Participación
Alto Magdalena	\$ 510.132,34	48,37%	\$ 98.239,22	18,96%
Medio Magdalena	\$ 57.603,62	5,46%	\$ 146.943,47	28,35%
Bajo Magdalena	\$ 86.881,87	8,24%	\$ 148.631,61	28,68%
Alto Cauca	\$ 12.176,26	1,15%	\$ 120.114,21	23,18%
Medio Cauca	\$ 890,65	0,08%	\$ 1.098,04	0,21%
Bajo Cauca	\$ 386.854,98	36,68%	\$ 3.212,16	0,62%
Total	\$ 1.054.539,72	100,00%	\$ 518.238,71	100,00%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En la Tabla 2.309 se evidencia el valor del agua para producción agrícola por cada tipo de cultivo ya sea transitorio o permanente para cada una de las zonas hidrográficas. El valor total de uso del agua agrícola es de \$ 1.572.779.430.000 de pesos colombianos a precios del 2013.

En la siguiente ilustración se presenta la distribución espacial de la valoración económica del agua para consumo en el sector agrícola.

Ilustración 2.213. Valoración Económica del Agua para uso agrícola.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

2.5.1.3 Consumo en el sector Industrial.

El sector industrial es un servicio ambiental del recurso hídrico en las Macrocuencas. Debido a su importancia en el desarrollo económico, este servicio posee un valor de uso directo mercadeable, por lo que su valoración económica adquiere gran relevancia en el desarrollo de una regulación adecuada para el mismo.

(Wang & Lall, 1998) Proporcionan las estimaciones del valor de uso de agua industrial en China, por medio de un enfoque de función de producción, con el cual analizan y derivan los valores asociados a aproximadamente 2.000 empresas industriales chinas, mediante los costos asociados a las pérdidas por no tener insumos de agua y el valor de la producción en cada proceso. Los valores se encuentran entre US \$ 0.01/m³ y US \$6.94/m³.

De igual manera, (Aylward, Seely, Hartwell, & Dengel, 2010), mediante la evaluación de diferentes estudios del valor del agua para uso industrial en América del Norte, estiman valores en un rango de \$ 0.01/m³ a \$ 0.28/m³, con una media de \$ 0.06/m³. El valor máximo se deriva de la industria asociada a gasolina refinada / carbón, químicos y metales sectores industriales, mientras que el valor mínimo se relaciona con sectores de la alimentación, el caucho y textil.

La valoración económica del agua para consumo en el sector Industrial, se realizó con base en la información obtenida a partir del Estudio Nacional del Agua del año 2010 (ENA), elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para las subzonas hidrográficas que pertenecen a las Macrocuencas Magdalena-Cauca.

Para el análisis económico se identifica la siguiente relación:

Ecuación 10. Cálculo del valor del agua para consumo en el sector Industrial.

$$VT_i = \sum_{j=1}^n q_{ij} * V_{ij}$$

Dónde:

VT_i = Valor total en pesos del agua consumida para la subzona hidrográfica i

q_{ij} = Volumen de agua consumida en metros cúbicos en la subzona hidrográfica i , según la división industrial j

V_i = Valor Marginal del Agua en pesos por cada metro cúbico según la división industrial j

Teniendo en cuenta la información presentada anteriormente, se realizan los cálculos respectivos de la valoración económica para la Macrocuenca. En este orden de ideas, el volumen del agua consumida en metros cúbicos se extrae del Estudio Nacional del Agua del año 2010 para cada una de las subzonas hidrográficas. Luego, el tratamiento que se realiza a la base de datos de la demanda para el hallazgo de la participación por división industrial¹³ según subzona hidrográfica es aplicarle la clasificación de producción industrial por departamento a la cual es conformada cada subzona hidrográfica. La información de la clasificación por participación de producción industrial es extraída de la Encuesta Anual Manufacturera (DANE, 2007). A continuación se presenta el consumo en el sector industrial por zona hidrográfica:

Tabla 2.311. Consumo en el sector industrial en millones de metros cúbicos en la Macrocuenca Magdalena-Cauca.

Zona Hidrográfica	Consumo Sector Industrial (Millones de m3)	%
Alto Magdalena	430,22	32%
Medio Magdalena	139,32	10%
Bajo Magdalena	90,68	7%
Alto Cauca	409,73	30%
Medio Cauca	275,23	20%
Bajo Cauca	7,18	1%
Total	1.352	100%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con Información de (IDEAM, 2010)

Teniendo en cuenta lo anterior, el valor del agua en el sector industrial es uno de los más estudiados por la literatura nacional en Colombia. Según un estudio realizado por (Cruz, Uribe, & Coronado, El

¹³ La división industrial es aquella clasificación utilizada por el DANE la cual se observa en el Apéndice 7 de la Encuesta Anual Manufacturera. En la subzonas hidrográficas se utilizaron las divisiones industriales: 15, 17, 19, 23, 24, 26, 27, 32, 34. Corresponde a la división industrial CIU Ver. 2

valor de la productividad marginal del agua en la industria manufacturera colombiana, 2003), se describe un análisis conceptual y estadístico en la industria colombiana. Este análisis también, presenta que las empresas con mayor consumo de agua son la industria del papel, hierro y acero bebidas, alimentos, fabricación de sustancias químicas y productos químicos, farmacéuticos y medicamentos. Los autores del análisis hallaron el valor marginal del agua para cada sector industrial por medio de un modelo de estimación de una función de producción Trans Log, la cual incluyó el agua como insumo fundamental. Dicha función de producción se estimó para tres conjuntos de datos de panel, con información a cuatro y tres dígitos CIU¹⁴ (Cruz, Uribe, & Coronado, El valor de la productividad marginal del agua en la industria manufacturera colombiana, 2003).

Este estudio también concluye que las empresas manufactureras con uso intensivo del recurso están dispuestas a pagar más por unidad de agua utilizada en sus procesos, coherente con la teoría económica. Mientras el aporte de un metro cúbico de agua en el valor de la producción de cada sector industrial supere el costo de usarla, es un hecho que la industria manufacturera colombiana seguirá incrementando o continuará utilizando grandes volúmenes de agua, sin considerar la posibilidad de alcanzar un uso más racional del recurso. Con respecto a esto, el valor marginal del agua por división industrial CIU Ver. 2 a precios del 2013 son los siguientes:

Tabla 2.312. Valor de la productividad marginal del agua en la industria colombiana. Pesos colombianos a precios del 2013

División Industrial	Sector	VPM 2013
15	Alimentos	\$ 1.496,14
15	Otros Alimentos	\$ 4.723,80
15	Bebidas	\$ 484,08
17	Textiles	\$ 1.639,77
19	Cuero	\$ 2.194,34
19	Papel	\$ 2.113,21
24	Sustancias Químicas	\$ 767,35
24	Productos Químicos	\$ 4.820,89
23	Derivados del Petróleo	\$ 1.980,22
26	Minerales no Metálicos	\$ 385,67
27	Hierro y Acero	\$ 535,95
34	Material de Transporte	\$ 13.078,24
32	Material Científico	\$ 12.197,84

Fuente: Adaptado (Cruz, Uribe, & Coronado, El valor de la productividad marginal del agua en la industria manufacturera colombiana, 2003)

Con los valores de la Tabla 2.311, la Tabla 2.312 y considerando la distribución porcentual por división industrial de cada división industrial por subzona hidrográfica se tiene la siguiente valoración económica:

¹⁴ Corresponde a la división industrial CIU Ver. 3

Tabla 2.313. Valor Total del agua para la Macrocuena Magdalena-Cauca. Millones de pesos colombianos a precios del 2013

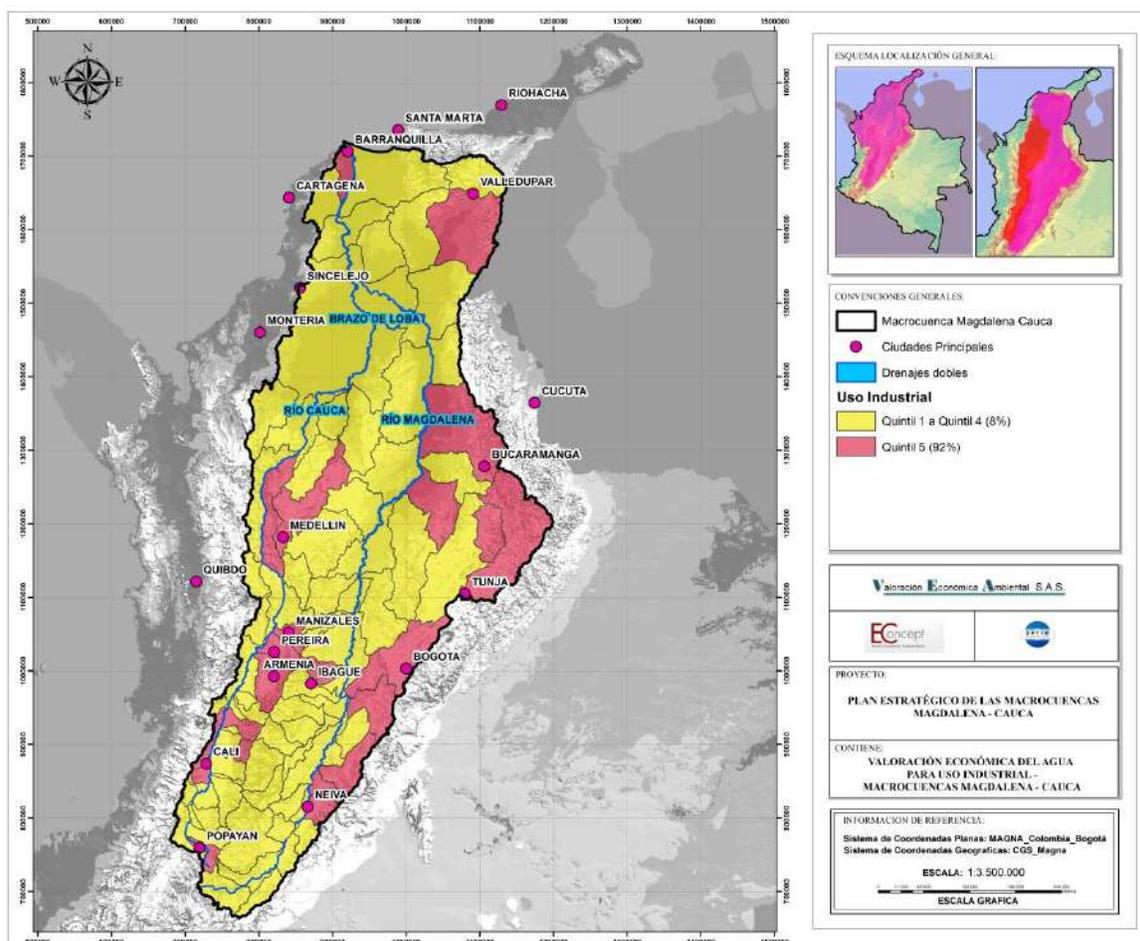
Zona Hidrográfica	Valor del agua Uso Industrial	Participación
Alto Magdalena	\$ 754.980,80	37,34%
Medio Magdalena	\$ 238.714,45	11,81%
Bajo Magdalena	\$ 128.928,43	6,38%
Alto Cauca	\$ 542.922,02	26,85%
Medio Cauca	\$ 354.583,42	17,54%
Bajo Cauca	\$ 1.613,88	0,08%
Total	\$ 2.021.742,99	100,00%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En la anterior tabla, se evidencia el valor del agua para el sector industrial para cada una de las áreas hidrográficas. El valor total de uso del agua consumida en el sector industrial es de \$ 2.021.742.990.000 de pesos colombianos a precios del 2013.

En la siguiente ilustración se presenta la distribución espacial de la valoración económica del agua para consumo en el sector industrial.

Ilustración 2.214. Valoración Económica del Agua para uso industrial.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

2.5.1.4 Producción Pecuaria.

El agua como insumo para la producción pecuaria es un servicio ambiental del recurso hídrico en la Macrocuenca Magdalena-Cauca. Los diferentes productos provenientes de la población de bovinos, porcinos y aves, tales como carne, leche, huevos, entre otros, se relacionan directamente con la satisfacción de necesidades básicas y el desarrollo económico de la población. Teniendo en cuenta lo anterior, este servicio posee un valor de uso directo mercadeable y se debe realizar la valoración económica del mismo, con el fin de contribuir al desarrollo de una regulación adecuada para el recurso hídrico.

La valoración económica del agua para consumo pecuario en la Macrocuenca, se realizó con base en la información obtenida a partir del Estudio Nacional del Agua del año 2010 (ENA), elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para las subzonas hidrográficas que pertenecen a las Macrocuenca Magdalena-Cauca. Para el análisis económico se identifica la siguiente relación:

Ecuación 11. Cálculo general del valor del agua para consumo pecuario.

$$VT_i = \sum_{j=1}^n Q_{ij} * V_j$$

Dónde:

VT_i = Valor total en pesos del agua consumida para la subzona hidrográfica i

Q_{ij} = Volumen de agua consumida en metros cúbicos en la subzona hidrográfica i , según tipo de actividad pecuaria j

V_j = Valor en pesos por cada metro cúbico según el tipo de actividad pecuaria j

En la anterior ecuación se evidencia que el cálculo se encuentra distribuido por actividad pecuaria. Es de considerar que las actividades pecuarias que son distribuidos en el hallazgo del valor económico del agua son del sector bovino, porcícola y la avicultura.

Teniendo en cuenta la información presentada anteriormente, se realizan los cálculos respectivos de la valoración económica para la Macrocuena. Para el análisis y valoración económica de éste servicio ambiental, se tiene en cuenta la unidad de reporte de la información, por lo tanto, los departamentos con datos de consumo pecuario se establecen como el principal agente económico. A continuación se presenta el consumo del sector pecuario:

Tabla 2.314. Consumo en el sector pecuario en millones de metros cúbicos en la Macrocuena Magdalena- Cauca.

Zona Hidrográfica	Consumo Pecuario (Millones de m3)	%
Alto Magdalena	179,23	15%
Medio Magdalena	359,13	29,55%
Bajo Magdalena	360,03	29,63%
Alto Cauca	57,03	5%
Medio Cauca	17,17	1%
Bajo Cauca	242,54	20%
Total	1.215	100%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Para la distribución del consumo del sector pecuario en cada uno de los sectores mencionados anteriormente, se realiza un tratamiento de clasificación considerando la base estadística de la Encuesta Nacional Agropecuaria (DANE, 2012) en la que se contiene información acerca de los sector bovino, porcícola y avícola. Este tratamiento permite hallar la distribución por cada sector pecuario mediante su consumo de agua. Es de aclarar que la información de consumo de agua unitario por cada sector es extraída del Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010, págs. 28 - 35).

Para el hallazgo del valor del agua por metro cúbico para cada actividad pecuaria se hace uso de modelos de estimación de ingeniería con el propósito de derivar el valor de información secundaria suministrada por diferentes asociaciones y gremios del país. De esta manera, la información

secundaria es extraída de instituciones tales como: FEDEGAN ¹⁵, PORCICOL ¹⁶, FENAVI ¹⁷ e instituciones estadísticas tales como el DANE.

En este orden de ideas, La estimación del valor económico del agua para la actividad pecuaria *j* se encuentra sujeta y restringida al valor de venta y los costos de producción por unidad unitaria según el sector:

Ecuación 12. Cálculo del valor del agua para consumo pecuario según actividad.

$$V_j = (P_j - C_j) * \%D_j * Pr_j$$

Fuente: UT Macrocuencas

Dónde:

P_j = Precio de venta en pesos colombianos del 2013 según actividad pecuaria *j* (\$/Kg)

C_j = Costos de producción en pesos colombianos del 2013 según actividad pecuaria *j* (\$/Kg)

$\%D_j$ = Participación del valor económico del agua según actividad pecuaria *j*

Pr_j = Proporción de uso del agua por peso unitario según actividad pecuaria (Kg/m³)

Es de anotar que el valor de la proporción del agua (Pr_j) se encuentra estimada por la siguiente relación:

Ecuación 13. Cálculo de la proporción de uso del agua por peso unitario

$$Pr_j = \frac{G}{(B * A * F) * 1000}$$

Fuente: UT Macrocuencas

Dónde:

A = Cantidad de comida seca consumida por día (Kg) – Solo aplica para el sector Bovino, para el caso del sector porcícola y avícola $A = 1$.

B = Consumo de agua por cabeza según sector pecuario *j* (Lt/día)

F = Vida media de unidad por sector pecuario *j* (día)

G = Peso promedio de unidad por sector pecuario *j* (Kg)

Con respecto a lo anterior, el precio por kilogramo de ganado bovino a precios del 2013 es de \$ 3.162 pesos colombianos según (FEDEGAN, 2006). Asimismo, el precio por kilogramo de la carne cerdo para el 2013 es de \$ 4.806 pesos colombianos considerando la información de (PORCICOL, 2013). El valor del precio del kilogramo en el sector avícola según (FENAVI, 2013) es de \$ 5.596 pesos colombianos. Para los costos de producción se tiene que el valor por kilogramo según un análisis

¹⁵ Federación Colombiana de Ganaderos

¹⁶ Asociación Colombiana de Porcicultores

¹⁷ Federación Nacional de Avicultores

realizado por (Fedegan, 2006) es de \$2.466 pesos colombianos a precios del 2013. En el sector porcícola, los costos de producción unitarios son del orden de \$ 4.146 pesos colombianos a precios del 2013 según una investigación realizada por (Jaramillo & Gálvez, 2008). Asimismo, en el sector avícola se tiene un costo por producción por kilogramo de \$ 4.141 pesos colombianos a 2013 considerando el análisis propuesto por (Pérez & Rivas, 2008).

La participación del valor económico del agua según actividad pecuaria se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2.315. Participación del valor económico del agua según actividad pecuaria

Sector	% Valor del agua	Referencia
Bovino	1,06%	(Fedegan, 2006)
Porcícola	0,60%	(Jaramillo & Gálvez, 2008)
Avícola	0,70%	(Pérez & Rivas, 2008)

Fuente: UT Macrocuencas

La información relacionada con las características específicas del sector pecuario es extraída de FEDEGAN, PORCICOL y FENAVI. Con base en todo a lo anterior, se presenta el siguiente resumen de las variables usadas para la estimación del valor del agua por sector pecuario:

Tabla 2.316. Valor del agua (\$/m3). Pesos colombianos del 2013

Sector	Precios	Costos	% Valor del agua	Proporción Kg/m3 de agua	Valor del agua (\$/m3)
Bovino	\$ 3.161,81	\$ 2.499,10	1,06%	22,8	\$ 160,38
Porcícola	\$ 4.806,00	\$ 4.145,87	0,60%	27,4	\$ 108,52
Avícola	\$ 5.596,00	\$ 4.140,86	0,70%	29,0	\$ 295,48

Fuente: UT Macrocuencas

Con los valores de la tabla anterior y la Tabla 2.314 se procede a realizar la valoración económica por medio de la Ecuación 6 para cada zona hidrográfica en la Macrocuena Magdalena-Cauca:

Tabla 2.317. Valor del Agua según tipo de actividad pecuaria para cada zona hidrográfica. Millones de Pesos Colombianos (Precios del 2013)

Zona Hidrográfica	Valor del agua Uso Bovino	%	Valor del agua Uso Porcícola	%	Valor del agua Uso Avícola	%	Valor del agua Uso Pecuario	%
Alto Magdalena	\$ 28.467,46	15%	\$ 74,94	15%	\$ 308,67	17%	\$ 28.851,07	15%
Medio Magdalena	\$ 57.096,10	30%	\$ 101,50	21%	\$ 647,44	36%	\$ 57.845,05	30%
Bajo Magdalena	\$ 57.349,03	30%	\$ 159,13	32%	\$ 291,32	16%	\$ 57.799,47	30%
Alto Cauca	\$ 8.988,95	5%	\$ 32,22	7%	\$ 201,60	11%	\$ 9.222,76	5%
Medio Cauca	\$ 2.691,26	1%	\$ 8,05	2%	\$ 92,70	5%	\$ 2.792,00	1%
Bajo Cauca	\$ 38.578,60	20%	\$ 118,91	24%	\$ 267,88	15%	\$ 38.965,38	20%
Total	\$ 193.171,39	100%	\$ 494,74	0%	\$ 1.809,60	1%	\$ 195.475,74	101%

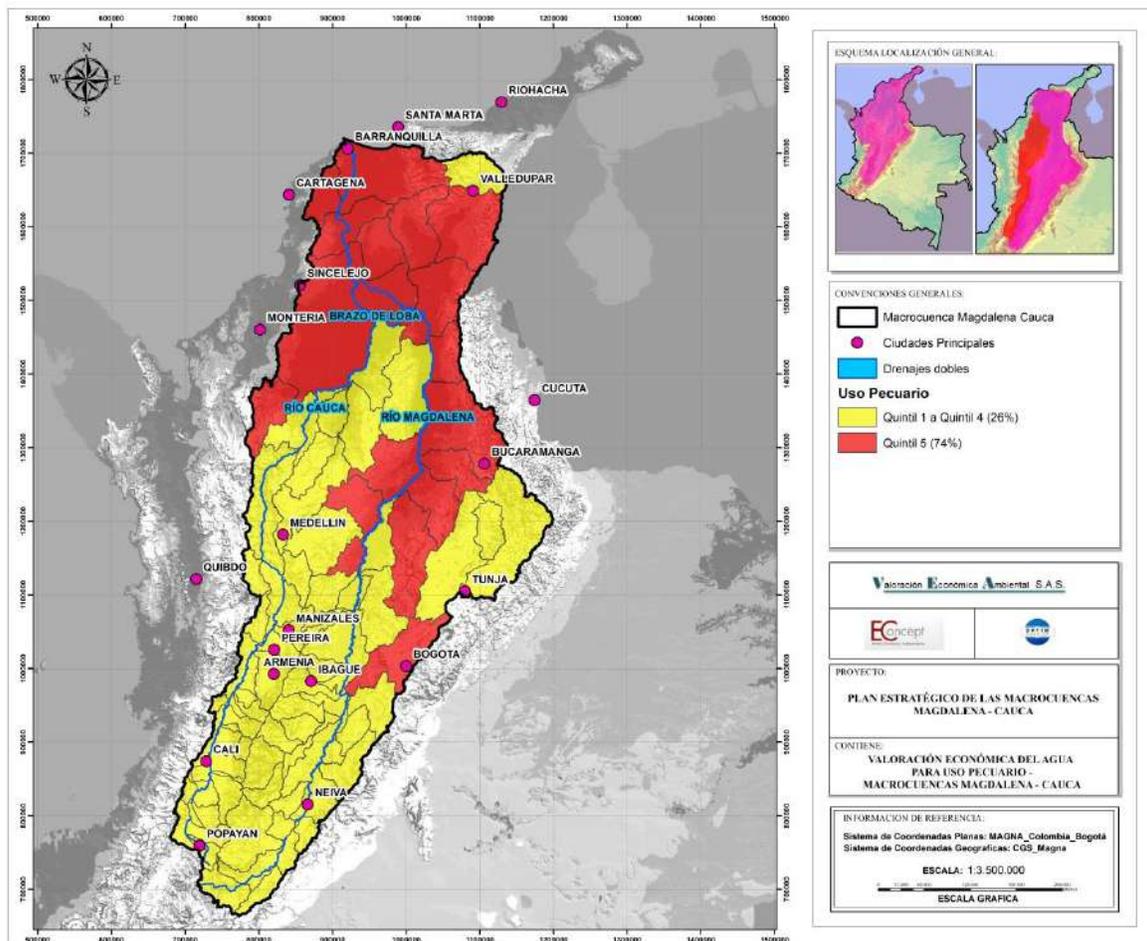
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En la

Tabla 2.310 se evidencia el valor del agua para producción pecuaria por cada tipo de actividad ya sea bovino, porcícola o avícola para cada una de las zonas hidrográficas. El valor total de uso del agua pecuaria es de \$ 195.475.741.900 de pesos colombianos a precios del 2013.

En la siguiente ilustración se presenta la valoración económica del agua para la producción pecuaria.

Ilustración 2.215. Valoración económica del agua para producción pecuaria.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

2.5.1.5 Consumo para Piscicultura

El agua como insumo para la producción piscícola es un servicio ambiental del recurso hídrico en la Macrocuenca Magdalena-Cauca. Los diferentes productos provenientes de la población criados por la piscicultura tales como la tilapia, la cachama, la trucha y otras especies se relacionan directamente con la satisfacción de necesidades básicas y el desarrollo económico de la población. Teniendo en cuenta lo anterior, este servicio posee un valor de uso directo mercadeable y se debe realizar la

valoración económica del mismo, con el fin de contribuir al desarrollo de una regulación adecuada para el recurso hídrico.

La valoración económica del agua para consumo piscícola en la Macrocuenca, se realizó con base en la información obtenida a partir del Estudio Nacional del Agua del año 2010 (ENA), elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para las subzonas hidrográficas que pertenecen a las Macrocuencas Magdalena-Cauca. Para el análisis económico se identifica la siguiente relación:

Ecuación 14. Cálculo general del valor del agua para consumo piscícola.

$$VT_i = Q_i * V$$

Dónde:

VT_i = Valor total en pesos del agua consumida para la subzona hidrográfica i

Q_i = Volumen de agua consumida en metros cúbicos en la subzona hidrográfica i

V_j = Valor en pesos por cada metro cúbico

Teniendo en cuenta la información presentada anteriormente, se realizan los cálculos respectivos de la valoración económica para la Macrocuenca. Para el análisis y valoración económica de éste servicio ambiental, se tiene en cuenta la unidad de reporte de la información, por lo tanto, los departamentos con datos de consumo piscícola se establecen como el principal agente económico. A continuación se presenta el consumo del sector piscícola:

Tabla 2.318. Consumo en el sector piscícola en millones de metros cúbicos en la Macrocuenca Magdalena- Cauca.

Zona Hidrográfica	Consumo Piscicultura (Millones de m3)	%
Alto Magdalena	2.212,17	95,50%
Medio Magdalena	23,23	1,00%
Bajo Magdalena	-	0,00%
Alto Cauca	58,83	2,54%
Medio Cauca	22,07	0,95%
Bajo Cauca	0,22	0,01%
Total	2.317	100%

Fuente: UT Macrocuencas con información de (IDEAM, 2010)

Para el hallazgo del valor del agua por metro cúbico para cada actividad piscícola se hace uso de modelos de estimación de ingeniería con el propósito de derivar el valor de información secundaria suministrada por diferentes asociaciones y gremios del país. De esta manera, la información secundaria es extraída de instituciones tales como PISPESCA¹⁸ e instituciones estadísticas como el DANE.

¹⁸ Asociación Colombiana de Piscicultura y Pesca.

En este orden de ideas, La estimación del valor económico del agua para la actividad piscícola se encuentra sujeta y restringida al valor de venta y los costos de producción por unidad unitaria según su sector:

Ecuación 15. Cálculo del valor del agua para consumo piscícola.

$$V_j = (P_j - C_j) * \%D_j$$

Fuente: UT Macrocuencas

Dónde:

P = Precio de venta en pesos colombianos del 2013 (\$/Kg)

C = Costos de producción en pesos colombianos del 2013 (\$/Kg)

$\%D$ = Participación del valor económico del agua.

Con respecto a lo anterior, el precio por kilogramo de tilapia según (PISPESCA, 2008) es de \$ 6.333,6 pesos colombianos del 2013. Los costos de producción de una tilapia es de \$ 2.649,8 pesos colombianos a precios del 2013 teniendo en cuenta un estudio realizado por (Gobernación del Huila, 2007) . La participación del valor económico del agua es considerada al 1,00%.

La información relacionada con las características específicas del sector piscícola es extraída de PISPESCA. Con base en todo a lo anterior, se presenta el siguiente resumen de las variables usadas para la estimación del valor del agua por sector piscícola:

Tabla 2.319. Valor del agua (\$/m3). Pesos colombianos del 2013

Precio	Costo	% Participación	Valor del Agua (\$/m3)
\$ 6.333,60	\$ 2.649,84	1,00 %	\$ 36,84

Fuente: UT Macrocuencas

Con los valores de la tabla anterior y la Tabla 2.318 se procede a realizar la valoración económica por medio de la Ecuación 6 para cada zona hidrográfica en la Macrocuenca Magdalena-Cauca:

Tabla 2.320. Valor del Agua según tipo de actividad piscícola para cada zona hidrográfica. Millones de Pesos Colombianos (Precios del 2013)

Zona Hidrográfica	Valor del agua Uso Sector Piscicultura	Participación
Alto Magdalena	\$ 81.491,04	95,50%
Medio Magdalena	\$ 855,71	1,00%
Bajo Magdalena	\$ -	0,00%
Alto Cauca	\$ 2.167,11	2,54%
Medio Cauca	\$ 812,95	0,95%

Zona Hidrográfica	Valor del agua Uso Sector Piscicultura	Participación
Bajo Cauca	\$ 7,97	0,01%
Total	\$ 85.334,77	100,00%

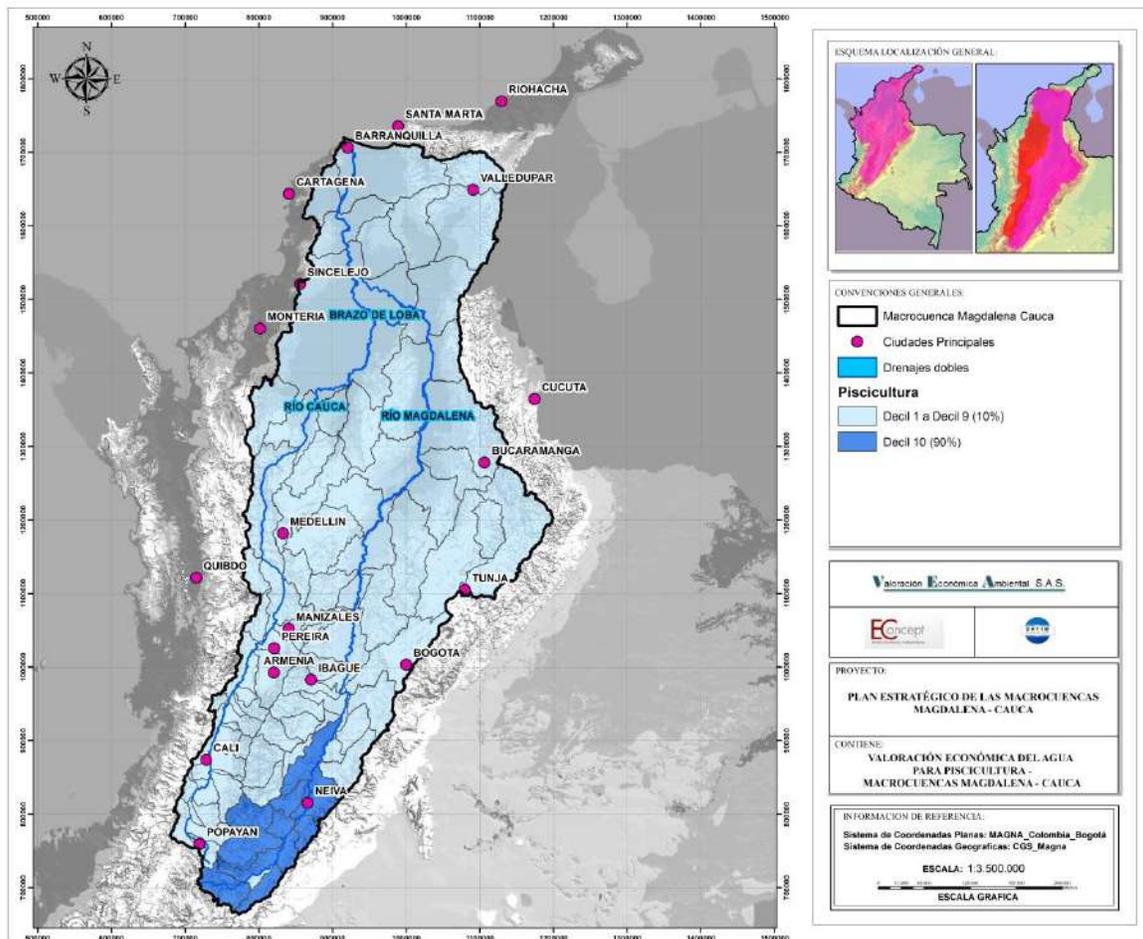
Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En la

Tabla 2.310 se evidencia el valor del agua para producción piscícola para cada una de las zonas hidrográficas. El valor total de uso del agua piscícola es de \$ 85.344.770.000 de pesos colombianos a precios del 2013.

En la siguiente ilustración se presenta la distribución espacial de la valoración económica del agua para consumo para piscicultura.

Ilustración 2.216. Valoración Económica del agua para piscicultura.



2.5.1.6 Generación de Energía Eléctrica

El agua es un insumo primordial en la generación hidroeléctrica, por lo cual se constituye en un servicio ambiental del recurso hídrico en las Macrocuencas Magdalena-Cauca y Caribe con valor de uso directo mercadeable.

Para determinar el valor económico del agua en la producción de energía eléctrica en Costa Rica, (Ortega, 2006) utilizó la metodología del costo alternativo, en la cual se comparan los costos de producir energía eléctrica mediante la utilización del agua contra la alternativa tecnológica inmediatamente más barata encontrada; en este caso, con el uso de combustibles fósiles (energía térmica). Teniendo en cuenta lo anterior, se establece un valor anual de US \$0,00451/m³.

Así mismo, en Nicaragua, (López Avendaño, 2005) mediante el Método del Costo Alternativo, en el que se utilizó la comparación de costos de generación por Kw entre la tecnología de producción térmica, establece el valor del agua como insumo para la producción de energía eléctrica en US \$0.04/Kwh.

La valoración económica del agua relacionada con la generación de energía eléctrica en las Macrocuencas, se realizó con base en la información obtenida a partir del Estudio Nacional del Agua del año 2010 (ENA), elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) para las 144 subzonas hidrográficas que pertenecen a las Macrocuencas Magdalena-Cauca y Caribe.

Tabla 2.321. Consumo en el sector energía en millones de metros cúbicos en la Macrocuenca Magdalena- Cauca.

Zona Hidrográfica	Consumo Sector Energía (Millones de m3)	%
Alto Magdalena	2.033	46%
Medio Magdalena	1.333	30%
Bajo Magdalena	-	0%
Alto Cauca	616	14%
Medio Cauca	406	9%
Bajo Cauca	-	0%
Total	4.388	100%

Fuente: (IDEAM, 2010)

2.5.1.7 Efectos de la Contaminación Hídrica en la Salud.

El problema económico de la contaminación surge debido a que los bienes ambientales se comportan como bienes públicos impuros: bienes no exclusivos pero rivales (el uso del bien por parte de un individuo reduce la disponibilidad para otros). En la asignación de los bienes ambientales, surgen las externalidades como expresión del problema de los bienes públicos y los recursos comunes, llevando al agotamiento de los mismos. La contaminación hídrica es una externalidad negativa en la producción al ser una acción generada por un individuo que causa un

efecto negativo a terceros sin originarse ninguna indemnización hacia los afectados. Reconocer el supuesto económico de la racionalidad del agente individual permite comprender la raíz del problema: en economías con ausencia de regulación por parte de la autoridad, el uso del medio ambiente como sumidero o receptor de residuos es un comportamiento lógico pues la función de costos (o de utilidad) de los agentes económicos no incorpora el pago por ese uso, pese al daño social causado (Guerrero S, 2003).

Teniendo en cuenta los valores de los servicios ambientales y los agentes relacionados con los mismos, se evidencia la importancia de la calidad del recurso hídrico en diferentes aspectos como la salud de la población, la productividad de agentes económicos, entre otros. Por consiguiente, en la Tabla 2.322 se enumeran diferentes efectos de la contaminación hídrica sobre los agentes enunciados.

Tabla 2.322. Relación Contaminación Hídrica-Agentes.

Agente Receptor	Tipo de Efecto	Efecto	Impacto	Tema para el Indicador
Agrícola y Pecuaria	Costos de Producción	Control fitosanitario	Mayor costo por unidad	Costos mayores por el uso de otros insumos
		Mantenimiento de Equipos	Mayor costo por unidad	Costos de Mantenimiento
		Tratamiento	Mayor costo por unidad	Costos de Tratamiento
		Uso de Otras Fuentes	Mayor costo por unidad	Costos por Uso Otras Fuentes
	Restricción de Producción	Limitaciones de Uso	Pérdida del Valor de Opción	Beneficios de la Producción por Hectárea
	Valorización Predios	Disminución Valor	Menor capital disponible	Valor del M2 Uso Agrícola
Hogares	Costos de Uso	Tratamiento	Mayor costo por consumo	Costos de Tratamiento Consumo
		Uso de Otras Fuentes	Mayor costo por uso	Costos por Uso Otras Fuentes Consumo
	Efectos sobre salud	Una\Varias Patologías	Costos de prevención	Gasto en Actividades preventivas
		Una\Varias Patologías	Costos de tratamiento	Gasto en tratamiento
		Una\Varias Patologías	Muerte	Perdida por muerte
		Una\Varias Patologías	Pérdida de Ingreso	Ingreso no percibido
	Valorización Predios	Disminución Valor	Menor capital disponible	Valor del M2 Residencia
Industria	Costos de Producción	Mantenimiento de Equipos	Mayor costo por unidad	Costos de Mantenimiento
		Tratamiento	Mayor costo por unidad	Costos de Tratamiento
		Uso de Otras Fuentes	Mayor costo por unidad	Costos por Uso Otras Fuentes
	Restricción de Producción	Limitaciones de Uso	Pérdida del Valor de Opción	Beneficios de la Producción
	Valorización Predios	Disminución Valor	Menor capital disponible	Valor del M2 Uso Industrial
Turismo	Menor demanda	Reducción de Turistas	Menos ingresos	Gasto en turismo

Fuente: (Jaime Rueda, 2007)

A partir de la tabla anterior se describen con mayor detalle los efectos de la contaminación hídrica en aspectos como la salud, la productividad, finca raíz y recreación, los cuales son relevantes para los diferentes agentes receptores.

Los vertimientos de aguas residuales a los cuerpos de agua no solo impactan la biota acuática, sino que principalmente afectan la salud humana. La contaminación bacteriológica presente en las aguas residuales municipales es la más relevante a nivel sanitario, ya que estas contienen en grandes cantidades microorganismos patógenos generadores de múltiples enfermedades.

Tabla 2.323. Los contaminantes biológicos del agua y sus efectos en la salud.

MICROORGANISMO	NOMBRE	ENFERMEDAD
Bacteria	Salmonella Típhi	Tifus
Bacteria	Vibrio Cholerae	Cólera
Bacteria	Shigellas	Disentería
Bacteria	Grupo de Salmonella	Gastroenteritis
Virus	-	Hepatitis
Ameba	Etamoeba hystolica	Disentería Amébrica
Lombriz	Taenia saginata	Triquinosis

Fuente: (Sciences., National Academy of, 1989)

Los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC, en inglés) estiman que 900,000 casos de enfermedades propagadas por el agua ocurren cada año en los Estados Unidos, resultando en 900 muertes. Así mismo el número de casos no documentados es mucho más alto. Los patógenos entéricos generalmente producen una enfermedad aguda, de corta duración, que es comúnmente auto-limitante de días a semanas. En contraste, las secuelas crónicas son de larga duración y a menudo incurables. La literatura ha documentado las enfermedades agudas atribuibles a los patógenos entéricos; sin embargo, a pesar de reconocerse los riesgos de contraer una infección crónica y experimentar efectos a la salud de larga duración, a menudo estos riesgos son cuantificados de manera deficiente.

En Colombia se presentan elevados índices de enfermedades asociadas al agua; estando estas siempre entre los cinco primeros lugares de mortalidad y morbilidad en niños (sólo en 1991 se reportaron 12.210 casos y 208 defunciones en 248 municipios por una epidemia de cólera). Los inventarios de agua potable y saneamiento reportan que aproximadamente 300 municipios no realizan desinfección de las aguas que se están consumiendo y 450 no tienen planta de tratamiento. (Lindsay, 1997).

Las enfermedades transmitidas por el agua son producidas por el agua contaminada con desechos humanos, animales o químicos. Las enfermedades más comunes transmitidas por el agua son el cólera, la fiebre tifoidea, la disentería, la poliomielitis, la meningitis y las hepatitis A y B. Los lugares que carecen de instalaciones de saneamiento apropiadas favorecen la rápida propagación de estas

enfermedades debido a que las heces expuestas “a cielo abierto” contienen organismos infecciosos que contaminan el agua y los alimentos.¹⁹

También existen enfermedades por vectores relacionados con el agua como los insectos (mosquitos, moscas) y otros animales que pueden transmitir infecciones y se crían o viven cerca de aguas contaminadas o limpias. Entre dichas enfermedades se encuentran el paludismo, la fiebre amarilla, el dengue, la enfermedad del sueño y la filariasis. La incidencia de enfermedades transmitidas por vectores parece estar aumentando debido a la resistencia de los mosquitos al DDT, el insecticida de mayor uso, y a los cambios ambientales, que crean nuevos lugares de cría. Al parecer, la migración, el cambio climático y la creación de nuevos hábitats provocan que menos gente desarrolle inmunidad natural a estas enfermedades.

Las bacterias patógenas que contaminan el agua y causan enfermedades se encuentran en las excretas de los seres humanos y de los animales de sangre caliente (mascotas, ganado y animales silvestres). Pueden transmitirse a través del agua, de los alimentos, de persona a persona y de animales a seres humanos.

Las personas enfermas de diarrea y con afecciones gastrointestinales eliminan un alto número de bacterias en sus heces: hasta 100 millones de bacterias de *Escherichia coli*, 10 millones de bacterias de *Campylobacter*, un millón de bacterias de *Salmonella* y un millón de bacterias de *Vibrio cholerae*. Estas bacterias llegan a los cursos de agua a través de las descargas de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente, del drenaje de lluvias, de las descargas provenientes de plantas de procesamiento de carne de ganado y aves, y de escorrentías que pasan por los corrales de ganado. En las zonas rurales, la práctica de la defecación a campo abierto también constituye una fuente de contaminación de las aguas superficiales.

Las enfermedades parasitarias causadas por el agua, son causadas por organismos acuáticos que pasan una parte de su ciclo vital en el agua y otra parte como parásitos de animales. Los causantes de estos males son una variedad de gusanos, tenias, lombrices intestinales y Nematodos del tejido, denominados colectivamente helmintos, que infectan al hombre. Algunas de estas enfermedades son la esquistosomiasis y la dracunculosis, que impiden a las personas llevar una vida normal y disminuyen su capacidad para trabajar, aunque normalmente no son mortales.

Las enfermedades vinculadas a la escasez de agua como el tracoma, lepra, tuberculosis, tos ferina, tétanos y difteria, prosperan en condiciones de escasez de agua y saneamiento e higiene deficientes.

En materia de contaminación hídrica por el uso de plaguicidas agrícolas, aunque es muy difícil determinar los impactos directos que puedan tener sobre la salud el uso indiscriminado de estos, que mediante infiltración llegan a cursos de agua superficiales o a pozos subterráneos usados como fuentes de captación de aguas para consumo humano, existen extensos estudios que muestran los riesgos que existen para los ecosistemas ambientales o por la exposición directa a estas sustancias.

¹⁹ Fuente: (Khan, Patel, Kumair, Townsend, & Barge, 2005)

Adicionalmente se sabe que existen productos cuya recomendación es eliminarlos por su enorme persistencia. Es el caso del heptocloro y el lindano, por mencionar apenas dos, que fueron detectados muy recientemente en países de Latinoamérica. En cuanto al uso indebido de plaguicidas cuando se usa el término 1A y 1B, se refiere intoxicación aguda, que incluye náusea, vómito, dolor de cabeza y, en algunos casos, afecta el sistema nervioso y puede provocar la muerte; pero frente a intoxicaciones crónicas por exposición a largo plazo.

Adicionalmente, se tiene que uno de los problemas más importantes es la bioconcentración de los contaminantes en las cadenas trófica. Estos contaminantes pueden ser absorbidos por el hombre directa o indirectamente. De manera directa, por ingestión o por inmersión en el agua, hechos que al parecer tienen una muy baja probabilidad de suceder. De manera indirecta, los contaminantes pueden llegar al hombre por la ingestión de vegetales regados con las aguas contaminadas, el consumo de agua de pozos profundos a los que han llegado contaminantes del embalse por filtración, o por la ingestión de productos como leche y carne de animales que consumen plantas regadas con aguas contaminadas, presentes en suelos contaminados por cercanía al embalse, o que han ingerido agua del embalse directamente.

La experiencia con situaciones análogas en otros lugares del mundo y en Colombia, demuestran que no es fácil descartar efectos adversos de la contaminación ambiental sobre la salud humana y que no es nítido el umbral entre la ausencia de efecto, los efectos pequeños y los efectos catastróficos. Generalmente, el último tipo de efectos aparece después de largo tiempo de exposición o ante exposiciones de intensidad considerable. En la mayoría de las ocasiones los instrumentos técnicos disponibles, sobre todo la metodología epidemiológica, arrojan resultados que pueden dar lugar a diferentes tipos de interpretación.

El documento CONPES DNP 3343²⁰ sobre costos de degradación ambiental indica que los impactos económicos y de salud pública más considerables que enfrenta el país en su orden, están asociados con las inadecuadas condiciones del abastecimiento del agua, el saneamiento y la higiene, los desastres naturales, la contaminación del aire y la degradación de tierras. Por estas categorías el costo total asciende a \$ 6,65 billones anuales (aproximadamente el 3,5% del PIB)²¹ y que el costo total anual promedio del país en salud pública que generan las inadecuadas condiciones del abastecimiento de agua, el saneamiento y la higiene asciende a \$ 1,96 billones²².

Esta causa incrementa la mortalidad por enfermedad diarreica en niños menores de 5 años, en 1470 casos anuales. Bogotana de aguas S.A y Foster Ingeniería Ltda. 2001 realizaron un estudio de costos de contaminación hídrica y establecen que \$2'783 millones de dólares, fue el costo total de los pacientes ambulatorios tratados por enfermedades de origen hídrico. El costo total de hospitalización para el año 2000 de pacientes tratados con enfermedades de origen hídrico

²⁰ (Departamento Nacional de Planeación (DNP). Ministerio de Ambiente, 2004)

²¹ PIB nominal del año 2002. DNP – DEE.

²² (Larsen, 2005).

(aproximadamente 5.7% del total de casos presentados), se estimó en \$556. 736 dólares para un total de \$3'340 millones de dólares.

Un análisis reciente de costo-beneficio realizado por la OMS, encontró que el cumplimiento del MDG global para agua y saneamiento, resultaría en ganancias económicas sustanciales: cada \$1 dólar invertido, produciría un rendimiento económico de entre \$3 y \$34 dólares, dependiendo de la región. Los beneficios podrían incluir una reducción global de episodios de diarrea de alrededor del 10% en promedio. Si se cumple con el objetivo global de agua y saneamiento, se evitarían costos relacionados con la salud de hasta \$7,300 millones de dólares estadounidenses anualmente, y el valor anual global de los días de trabajo de los adultos que se ganarían debido a la disminución de las enfermedades, ascendería a casi \$750 millones de dólares. Asimismo, los servicios mejorados resultantes de la reubicación de pozos o perforaciones a sitios más cercanos a la comunidad consumidora, la instalación del abastecimiento de agua doméstica entubada y letrinas más cerca de las casas, producirían un ahorro de tiempo significativo. El valor anual de estos ahorros de tiempo, ascenderían a \$64 mil millones de dólares, si se cumpliera con el Objetivo de los MDG. Los beneficios totales de dichos mejoramientos en los servicios, será variable a través de las regiones, ya que depende de los niveles existentes de cobertura en el suministro de agua y saneamiento y los niveles específicos de morbilidad y mortalidad de cada región a causa de enfermedades diarreicas; las regiones en que el número de personas sin servicios es mayor y la carga por enfermedades diarreicas es más significativa, tendrían mayores beneficios derivados de la mejora en los servicios (Water Sanation Health, 2005).

2.5.1.8 Efectos de la Contaminación Hídrica en la Productividad.

Las actividades de prevención de la contaminación no siempre requieren una inversión en capital fijo. Estudios realizados estiman que se puede alcanzar a reducir la contaminación hasta en un 30% con cambios en prácticas de manufactureras que no implican ningún costo (Hartman, Huq, & Wheeler, 1995).

En países en desarrollo las empresas manufactureras o de pequeña escala conocidas como PYMES, pueden generar severos impactos ambientales, la razón más importante es que existe un gran número de estas pequeñas industrias sin licencia de funcionamiento y generalmente no reguladas. (Blackman, Newbold, Shih, & Cook, 2000) *The Benefits and Costs of Informal Sector Pollution Control.*

Estas firmas generan más de la mitad de los empleos no- agrícolas en Latinoamérica y África (Ranis & Stewart, 1994), un número significativo de estas empresas corresponden al curtido de cueros, trabajos metálicos, cerámicas, textiles y alimentos procesados. Además, son más intensivas en contaminación que las grandes empresas porque presentan escasez en equipos de control de contaminación, acceso a servicios básicos (Lanjouw, 1997) y cuentan con un gran número de empleados. De igual manera, se ubican en áreas marginadas de estratos bajo, los cuales se convierten en los receptores de esta contaminación.

En el proyecto Andino de Competitividad elaborado por (Uribe, Cruz, Coronado, García, Panayotou, & Faris, 2001), se concluye que para incentivar el mejoramiento del desempeño ambiental y económico de las industrias simultáneamente, es necesario promover la inversión extranjera en el sector manufacturero y las exportaciones hacia mercados con altas demandas en materia de calidad ambiental; diseñar regulaciones y políticas ambientales que reconozcan las realidades tecnológicas y económicas de los distintos sectores industriales y tipos de empresas (Micro, Pyme, Gran); revisar y ajustar las regulaciones sobre vertimientos, incluido el sistema de tasas de contaminación que están induciendo a la adopción de alternativas costosas y socialmente ineficientes de control de la contaminación.

Adicionalmente, en este mismo estudio se establece que las regulaciones y las instituciones ambientales favorecen la rentabilidad y la competitividad de las empresas cuando con sus regulaciones y mediante su gestión frente a las empresas crean incentivos que inducen a la prevención de la contaminación, mediante la reconversión de los procesos industriales. Que por su alto costo, resulta necesario asegurar que las inversiones ambientales que hacen las empresas industriales generen beneficios adicionales a los puramente ambientales.

Las actividades de "prevención de la contaminación" son definidas por la UN/WWAP²³ como "aquellas aplicaciones de estrategias ambientales preventivas integradas a los procesos productivos, productos y servicios. Incluye el uso más eficiente de los recursos naturales y por ende minimiza los desechos y la contaminación así como el riesgo a la salud humana y a la seguridad", que adicionalmente pueden generar reducción en los costos de producción y en un mejor posicionamiento en el mercado puede descifrarse como una mejora en la calidad del producto.

(Porter, 2002) en su estudio "Hacia una Nueva Concepción de la Relación Medio Ambiente-Competitividad" establece que la regulación ambiental se relaciona con seis aspectos clave en las firmas:

1. Genera conocimiento de las ineficiencias en el uso de los recursos (materias primas), costos de disposición y nuevas concepciones para el aprovechamiento de los residuos.
2. La legislación puede mejorar la información, aumentando la conciencia de las firmas.
3. Reduce la incertidumbre acerca de los efectos de la inversión ambiental. Menor incertidumbre implica mayor inversión.
4. Genera presión sobre las firmas para incrementar la innovación tecnológica.
5. La regulación asegura que las firmas se vuelvan más competitivas ignorando los aspectos ambientales
6. La regulación es necesaria para alcanzar las metas y estándares. A medida que se aprenda a solucionar innovando, los costos de cumplimiento se reducen.

²³ (UN/WWAP (United Nations/World Water Assessment, 2003)

De igual manera, Porter afirma que la contaminación es un desperdicio económico que se genera básicamente debido a falta de control del proceso, ya que se está vertiendo al medio ambiente en forma de desechos, productos a los cuales no se les ha podido agregar valor.

De otra parte, existen diferencias entre los distintos sub sectores manufactureros en cuanto al tipo de inversiones que acometen para dar solución a sus problemas de contaminación. Por ejemplo, las empresas de las industrias del Papel e Imprentas son las que con mayor frecuencia relativa invierten en cambios en sus procesos como estrategia para controlar sus emisiones y vertimientos industriales. En tanto que las industria de alimentos-bebidas y la de químicos-caucho, optan principalmente por soluciones al final del (Uribe, Cruz, Coronado, García, Panayotou, & Faris, 2001).

2.5.1.9 Efectos de la Contaminación Hídrica en la Finca Raíz

La metodología de valoración de precios hedónicos es quizás la herramienta más importante para determinar el valor de bienes raíces con características heterogéneas y que se expande a casas, fincas, tierras agrícolas, zonas de turismo etc. Esta metodología también se usa para determinar la reducción en el costo de viviendas con riesgo a daños causados por fenómenos naturales como inundaciones o por las características propias de la zona tales como cercanía a fuentes que presentan un alto grado de contaminación hídrica y que se establece como un foco de proliferación de vectores.

La contaminación hídrica se establece como una externalidad cuyos efectos pueden disminuir el precio implícito de otros atributos de este bien y de esta manera afectando negativamente la disponibilidad a pagar marginal por obtener una unidad adicional del bien que se encuentre afectado de manera directa o en riesgo de sufrir dicha contaminación.

En estudios previos de valoración de predios en los que se empleó la metodología hedónica, (Goyeneche, 2003) incluye el grado de erosión de los suelos y su relación inversa con el precio de la tierra en una región del Valle del Cauca.

Respecto a valoración económica en precios urbanos (Carriazo, 1999) establece que la variable contaminación del aire (externalidad negativa) y la cercanía a un parque tiene efectos negativos sobre el precio de la vivienda.

2.5.1.10 Efectos de la Contaminación Hídrica en la Recreación

Hace menos de 20 años muchos municipios contaban con cuerpos de agua que permitían actividades recreativas y generaban algunos recursos, actualmente son pocas las zonas que conservan esta vocación, todo esto por los efectos de la contaminación de los vertimientos de aguas negras²⁴, debido a que las aguas residuales mal manejadas afectan áreas con un alto potencial turístico y recreativo evitando el desarrollo de proyectos generadores de recursos en este sector.

²⁴ Fuente: (Ministerio de Medio Ambiente, 2001)

Por ejemplo, la pérdida de potencial turístico internacional en playas: turismo internacional prefiere Cancún, Aruba. Cartagena pierde entre US\$5 y 10 millones anuales en costos a la sociedad regional (Jaime, 2007) y más de US\$ 10 millones en pérdidas por turismo internacional (Jaime, 2007).

En Boyacá: En el Lago Sochagota el turismo y desarrollo urbano afectado por olores y mal aspecto visual. En San Andrés afectación al turismo por pérdida del mercado alemán, inglés y canadiense por no cumplir niveles sanitarios.

2.5.2 Pesca artesanal un recurso natural de acceso abierto.

La pesca artesanal percibe de manera directa cambios en la calidad de los ecosistemas hídricos y el efecto de la contaminación. La dinámica de las especies ícticas en las Macrocuencas trasciende las subzonas hidrográficas objeto de planificación local. Consecuencias de la contaminación con materiales peligrosos para la salud humana y que son bioacumulables encuentran en la actividad pesquera artesanal un camino importante para llegar hasta los seres humanos. De otra parte la pesca artesanal es una importante fuente de proteína animal para poblaciones de escasos recursos.

Para los panes estratégicos de las macro cuencas es de relevante importancia la dinámica del recurso íctico por su relación con actuaciones institucionales y productivas como la generación de energía, la recuperación de la navegabilidad, la promoción de áreas para el desarrollo agrícola y pecuario.

Respecto a la pesca artesanal, que corresponde al siguiente flujo de bien y servicio ambiental listado en la Tabla 2.326 se tiene registros oficiales de pesca desembarcada en algunos puntos de las Macrocuencas que alcanzan para un año 16 millones de kilos. El bajo cauca es el área geográfica con mayor peso dentro de las Macrocuencas cauca y Caribe, en esta zona geográfica se registran el 44,8% del total de kilos registrados para las Macrocuencas. Sin embargo, cabe anotar que los registros de pesca representan una fracción del total de pesca artesanal, lo anterior por cuanto mucha de la pesca artesanal no se registra, principalmente la que hacen los pescadores dispersos a lo largo de las corrientes hídricas de las Macrocuencas.

Como se mencionó en la parte introductoria de este numeral un requisito para que un mercado funcione correctamente y genere las señales adecuadas a los agentes económicos es que los derechos de propiedad del bien (o servicio) estén claramente definidos. En el caso de la pesca artesanal los derechos de propiedad sobre el recurso no están definidos y el carácter regional de las dinámicas poblacionales del recurso hace que los instrumentos de planificación locales no articulados no logren metas de renovabilidad suficientes para el recurso.

Para analizar el valor económico del servicio ambiental asociado con el sector acuícola, se tiene en cuenta la pesca artesanal y la actividad piscícola relacionada con el recurso hídrico de las Macrocuencas. Debido a su importancia en el desarrollo económico, este servicio posee un valor de

uso directo mercadeable, por lo que su valoración económica adquiere gran relevancia en el desarrollo de una regulación adecuada para el mismo.

La pesca artesanal está relacionada con técnicas tradicionales sin desarrollo tecnológico. Generalmente, la mayor parte de la producción es para consumo particular, aunque pequeñas porciones pueden ser comercializadas. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2011-2012)

(Windevoxhel, 1992) determina el valor del servicio de pesca proporcionado por los ecosistemas en Nicaragua en US\$ 77 por hectárea, a partir de la teoría del bienestar y cambios en el bienestar social con el enfoque de la relación Beneficio – Costo, teniendo en cuenta el crecimiento natural de especies, el volumen de pesca y el precio asociado al trabajo de captura.

De igual manera, la (Comisión Permanente del Pacífico Sur, 2012), mediante el Método de Precio de Mercado, valora la pesca artesanal en Perú en US \$ 1.341.671 para el año 2011.

La valoración económica del agua relacionada con la pesca artesanal en la Macrocuenca, se realizó con base en la información obtenida en la Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario (AGRONET Colombia) de volúmenes de pesca desembarcada por especie en el año 2011, para los municipios que reportan esta actividad. Por lo tanto, de los 883 municipios que pertenecen a las Macrocuencas, sólo se analizan los datos de 33. Así mismo, se determina un total de 51 especies capturadas para los municipios en mención, las cuales se identifican en la Tabla 2.324.

Tabla 2.324. Lista de especies reportadas para la Macrocuencas

Especie	Especie
Agujeta de río	Cucho
Alcalde	Doncella
Arenca	Dorada, mueluda
Bagre cabezón, bagre chivo, bagre cazón, barbudo marino	Garagara, perico, antena
Bagre rayado (magdalena)	Guacuco
Bagre sapo	Gunguma
Barbudo, guabina, capitanejo, liso sin sierra	Matacaiman
Beringo	Mojarra amarilla
Blanquillo, bagre blanco	Mojarra azul, mojarra cascona, cocobolo
Bocachico colirayado	Mojarra copetona, mojarra morruda, morua
Bocachico, chupapata	Mojarra de río
Boquiancha, cachana	Mojarra lora, mojarra plateada, mojarra negra, tilapia
Cachama blanca, morocoto, cachama roja, pacu	Mojarra negra

Especie	Especie
Cachama negra, cherna, gambitana, tambaqui	Mojarra roja, tilapia roja
Caloche, mayupa, yumbila, lele	Moncholo, quicharro, tarira, guabina, perro
Camaron de rio	Nicuro, barbudo, barbul, charre
Capaz, pujon	Pacora, burra
Capitanejo liso con sierra	Patalo, besote, jetudo
Capitanejo, liso, guabina	Perico
Chango	Picuda, rubio
Charre	Raya
Charua, dorada	Sabalo
Cirujano, navajero, raton	Tolomba
Comelon, liseta, mohino, denton	Vizcaina
Cucha	Yalua, viejita, pincho, madre del bocachico, cachana, pachit
Cucha, coroncoro, raspacanoa	

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (AGRONET) y (CCI)

Así mismo, para establecer el precio por kilogramo de las especies reportadas, se hace uso de la información del Sistema de Información pesquero y Acuícola de la Corporación Colombia Internacional. Sin embargo, cabe aclarar que existen debilidades en la información para algunas especies, debido a que se encuentran en categorías de bajo nivel comercial. Por lo anterior, fue necesario establecer un criterio apropiado para reemplazar los datos faltantes.

Para las especies que no contaban con un precio definido, éste valor se reemplazó con el menor precio del mercado existente.

Para el análisis económico se identifica la siguiente relación:

Ecuación 16. Cálculo del valor del agua para pesca artesanal.

$$VT_i = \sum_{e=1}^{51} w_{ie} * P_e$$

Dónde:

VT_i = Valor total en pesos del agua para pesca artesanal para el municipio i

w_{ie} = Peso en kilogramos de pesca desembarcada en el municipio i, según la especie e.

P_e = Precio comercial en pesos por cada kilogramo de la especie e.

Teniendo en cuenta la información presentada anteriormente, se realizan los cálculos respectivos de la valoración económica para la Macrocuena.

Para el análisis y valoración económica de éste servicio ambiental, se tiene en cuenta la unidad de reporte de la información, por lo tanto, los municipios con datos de pesca artesanal se establecen como el principal agente económico.

En la Tabla 2.325 se presentan los municipios que cuentan con alguna fracción de área dentro de la Macrocuenca.

Tabla 2.325. Municipios con área en la Macrocuenca Magdalena- Cauca.

Zona Hidrográfica	Municipios (N° de fracciones) ²⁵	Área Municipios (km2)	Área Zona Hidrográfica (km2)	Porcentaje de área de municipios según Zona Hidrográfica
Alto Magdalena	9	717	54.491	1,32%
Medio Magdalena	23	4.954	82.947	5,97%
Bajo Magdalena	21	4.164	52.104	7,99%
Alto Cauca	8	505	44.528	1,14%
Medio Cauca	4	1.417	14.613	9,70%
Bajo Cauca	11	3.546	25.501	13,91%
Total	76	15.303	274.185	5,58%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas.

Se observa que el mayor área relacionada con la pesca artesanal se concentra en Medio Magdalena y el menor en Alto Cauca, lo cual se relaciona con la disponibilidad hídrica dentro de cada una de las zonas mencionada.

En la Tabla 2.326 se presentan los pesos en kilogramos de pesca por cada zona hidrográfica.

Tabla 2.326. Pesca desembarcada para la Macrocuenca Magdalena- Cauca.

Zona Hidrográfica	Pesca desembarcada (kg)	Pesca desembarcada (%)
Alto Magdalena	543.730	3,80%
Medio Magdalena	3.155.093	22,07%
Bajo Magdalena	3.231.423	22,61%
Alto Cauca	69.177	0,48%
Medio Cauca	142.481	1,00%
Bajo Cauca	7.151.996	50,04%
Total	14.293.900	100,00%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (AGRONET)

Tabla 2.327. Valor de Pesca desembarcada para la Macrocuenca Magdalena-Cauca.

Zona Hidrográfica	Valor (\$)
Alto Magdalena	\$ 3.174.924.947
Medio Magdalena	\$ 22.119.339.445

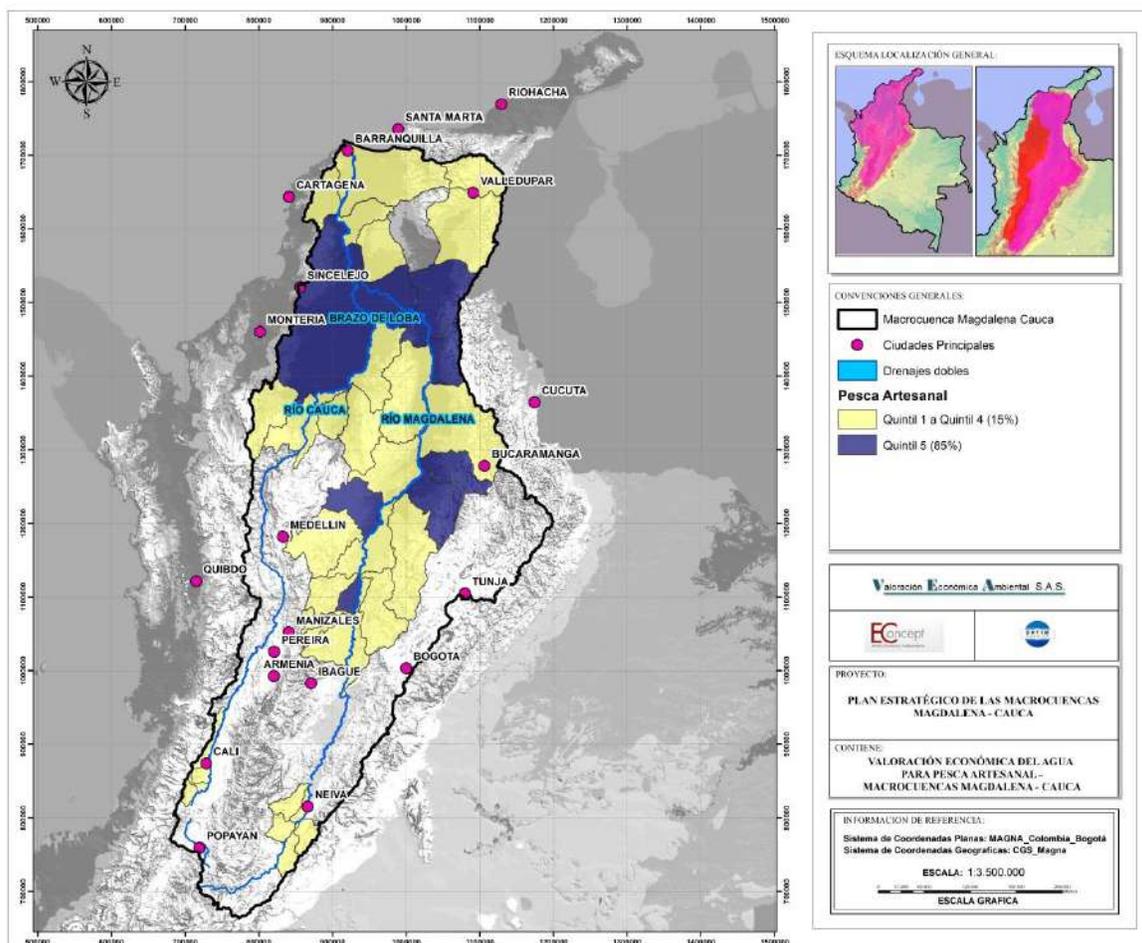
²⁵ Hace referencia a la fracción de área de cada municipio dentro de la zona hidrográfica y no al municipio como unidad, debido a que un solo municipio puede estar ubicado en dos o más zonas.

Zona Hidrográfica	Valor (\$)
Bajo Magdalena	\$ 21.686.578.373
Alto Cauca	\$ 496.579.358
Medio Cauca	\$ 1.097.373.294
Bajo Cauca	\$ 42.247.021.101
Total	\$ 90.821.816.518

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (AGRONET) y (CCI)

En la siguiente ilustración se presenta la valoración económica del agua para la pesca artesanal.

Ilustración 2.217. Valoración Económica del agua para pesca artesanal.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (AGRONET) y (CCI)

2.5.3 Transporte fluvial, el uso no consuntivo del agua y la competitividad del sector productivo.

En el caso de los ríos Magdalena y Cauca, arterias fluviales que recorren una gran extensión del territorio colombiano y que fluyen desde zonas altamente productivas a puertos en la costa caribe. Sin duda el tema de la navegabilidad ofrece una oportunidad enorme al sector productivo del país, más aun cuando los sistemas de transporte férreos y carreteros no cuentan con grados de desarrollo importantes. Se trata de un tema relevante en la medida que el bienestar social está altamente

conectado con el sector productivo, la generación de empleo, de rentas y demás hacen que sea importante un sector productivo próspero y competitivo internacionalmente. En la siguiente tabla se presentan algunos datos sobre transporte fluvial en el país.

Tabla 2.328. Movimiento productos toneladas según Inspección Fluvial año 2009

PRODUCTO	INSPECCION FLUVIAL DE BARRANQUILLA (RIO MAGDALENA)		INSPECCION FLUVIAL DE CAUCASIA (RIO CAUCA)		INSPECCION FLUVIAL DE MONTERIA (RIO SINU)		INSPECCION FLUVIAL DE BETANIA (EMBALSE DE BETANIA)		INSPECCION FLUVIAL DE QUIBDO (RIO ATRATO)		INSPECCION FLUVIAL DE TURBO (CAÑO WAFFE - RIO LEON)	
PASAJEROS	2.547.070	43,0%	56.276	44,6%	3.216.217	98,2%	650.032	96,1%	48.260	26,0%	215.902	9,4%
GANADO	17.189	0,3%	0	0,0%	24.292	0,7%	18.226	2,7%	172	0,1%	18.217	0,8%
ABONOS	9.068	0,2%	48	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	19.769	0,9%
ACEITE VEGETAL	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
AGRICOLAS	4.836	0,1%	258	0,2%	0	0,0%	2.244	0,3%	1.550	0,8%	1.712.456	74,9%
BEBIDAS	1.015	0,0%	24	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1.490	0,8%	819	0,0%
CARBON MINERAL	53.566	0,9%	65.405	51,8%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
CEMENTO	16.806	0,3%	525	0,4%	0	0,0%	0	0,0%	735	0,4%	1.163	0,1%
CONSTRUCCION	95	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	492	0,3%	473	0,0%
ENVASES	447	0,0%	12	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	420	0,2%	332	0,0%
HIERRO Y ACERO	14.745	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	30	0,0%	173	0,0%
MADERAS	13.772	0,2%	480	0,4%	0	0,0%	0	0,0%	104.450	56,3%	107.466	4,7%
MANUFACTURAS	7.614	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
MAQUINARIA	142.388	2,4%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	50	0,0%	188	0,0%
METAL MECANICA	2.258	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
MINERALES	41.172	0,7%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
PAPEL	9.090	0,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	125.285	5,5%
PESCADO	1.001	0,0%	72	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	1.120	0,6%	49	0,0%
VIVERES	2.203	0,0%	96	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	5.990	3,2%	3.483	0,2%
OTROS	79.350	1,3%	60	0,0%	34.317	1,0%	5.597	0,8%	12.766	6,9%	77.532	3,4%
A.C.P.M.	390.878	6,6%	1.080	0,9%	0	0,0%	0	0,0%	1.220	0,7%	667	0,0%
ASFALTO	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
COMBUSTOLEO	1.758.412	29,7%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
DILUYENTES	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	3	0,0%
GASES	31.852	0,5%	860	0,7%	0	0,0%	0	0,0%	1.270	0,7%	299	0,0%
GASOLEO	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
GASOLINA	42.743	0,7%	960	0,8%	0	0,0%	0	0,0%	2.630	1,4%	2.015	0,1%
LUBRICANTES	2	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	10	0,0%
NAFTA VIRGEN	585.187	9,9%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
OTROS DERIV-PETROLEO	148.371	2,5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2.926	1,6%	0	0,0%
TOTAL CARGA GENERAL	5.921.130	100,0%	126.156	100,0%	3.274.826	100,0%	676.099	100,0%	185.571	100,0%	2.286.301	100,0%

Fuente: (Ministerio de Transporte, 2010)

A partir de la tabla anterior, se observa que en términos de transporte, el Río Magdalena es la fuente hídrica más significativa en las zonas de las Macrocuencas con un valor de 5.921.130 toneladas, coherente con la extensión de éste sobre el territorio y su alto caudal de aproximadamente 7000m³/s²⁶. De igual manera, el Río Sinú presenta el segundo valor más alto de movimiento. Sin embargo, éste se relaciona principalmente con el transporte de 3.216.217 pasajeros, el cual es mayor que el registrado para el Río Magdalena, situación que no es consistente con la población cercana a las inspecciones mencionadas.

²⁶ Tomado de: <http://desastres.usac.edu.gt/documentos/pdf/spa/doc8918/doc8918-7ane.pdf>. La Cuenca del Río Magdalena. Recuperado en Febrero de 2013.

Así mismo, el combustible y los productos agrícolas son los bienes con mayor movimiento en las Inspecciones fluviales, con valores de aproximadamente 2.000.000 de toneladas cada uno, lo cual se relaciona con su alta importancia en el mercado, debido a que la mayoría de las actividades económicas de la región dependen de éstos.

La relevancia del transporte fluvial de pasajeros queda en evidencia cuando las conexiones fluviales son la única alternativa, situación que se agudiza en temporada de invierno cuando muchas de las vías pierden su funcionalidad.

En este orden de ideas la cuantificación del aporte actual y potencial de la navegabilidad al sistema productivo y al bienestar de los hogares que usan el transporte fluvial es crucial para el país, se trata de un efecto sobre la competitividad que a la postre puede verse reflejado en mayor crecimiento económico.

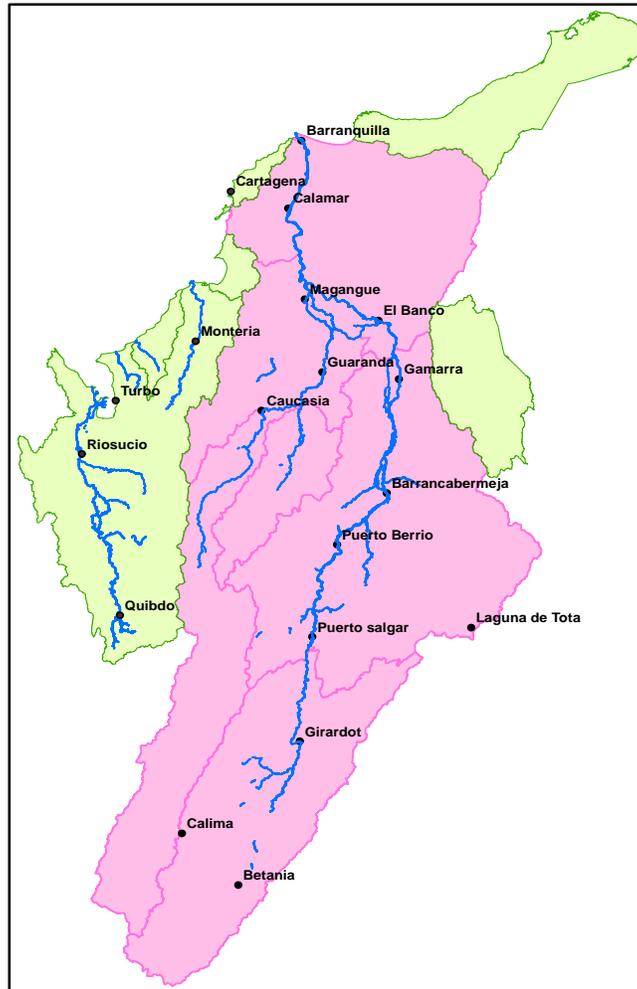
Para calcular el valor económico del agua en este servicio, (Gibbons, 1986) sugiere calcularlo como el valor económico neto de la navegación de un río en particular, sobre la cantidad de agua necesaria. Para calcular el primero, es utilizado el método de Ahorro de Costos (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 2004). Este método determina el valor del agua en términos del ahorro de costos que se genera por el uso del servicio a través del agua, versus el uso del mismo servicio a través de la siguiente fuente alternativa más económica. Así, el valor de utilizar el agua como medio de transporte de un bien se mide por el ahorro en costos de transportar el mismo bien a través de otro medio (Gibbons, 1986).

Esta metodología, sin embargo, no tiene en cuenta las diferencias en los tiempos de las alternativas de transporte consideradas. Pese a que el tiempo es una variable que los agentes valoran mucho a la hora de elegir medios de transporte, el valor económico de éste no es evidente y sólo podría ser calculado mediante la metodología de "Precios Hedónicos" que se utiliza para valorar bienes sin un valor monetario teniendo en cuenta características del ambiente y de los agentes (salario, tamaño del hogar, etc.) (World Bank, 2005).

(Young & Gray, Valuing Water for Inland Waterways Navigation, 1972) utilizan métodos de Mercado para calcular el valor del agua usada para la navegación en la parte baja del Río Mississippi y en el canal fluvial de Illinois. Las estimaciones que encuentran son de 1.64 y 33.48 US\$/acre-pie²⁷ respectivamente. (Eckstein, 1958) reporta que el valor de uso para la navegación es igual al ahorro en costo para embarcaciones en Columbia Slough (un canal pequeño de 31 Km de longitud sobre el río Columbia). La renta económica calculada es de entre 4.4 y 12.2 US\$ y en excedente del consumidor es de entre 2.2 y 6.7 US\$.

²⁷ Medida de volumen equivalente a un acre de superficie por un pie de profundidad.

Ilustración 2.218. Ubicación inspecciones fluviales en las Macrocuencas.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas con información de (Ministerio de Transporte)

Considerando lo anterior, La valoración económica por transporte fluvial, se realizó con base en la información obtenida a partir de los registros realizados por el Ministerio de Transporte mediante las inspecciones fluviales dentro de las subzonas hidrográficas que pertenecen a la Macrocuenca Magdalena-Cauca.

Para el análisis económico se identifica la siguiente relación:

Ecuación 17. Cálculo del valor de transporte fluvial (Incluye carga y pasajeros)

$$VT_i = \sum_{j=1}^n y_{ij} * V_j$$

Dónde:

VT_i = Valor total en pesos por transporte fluvial para la subzona hidrográfica i .

y_{ij} = Cantidad de carga en toneladas o pasajeros por tipo de transporte j en la subzona hidrográfica i .

V_j = Valor unitario de transporte por tipo de carga o pasajero j

En este orden de ideas, se realizan los cálculos respectivos de la valoración económica para la Macrocuenca. En base a la estructura de cálculo anterior, el transporte es clasificado como carga y pasajero dado a su valor unitario de transporte distintos. Es de agregar que en el transporte de carga se hace referencia al ganado, víveres, maquinarias, hidrocarburos, entre otros. Según esto, el valor unitario por tipo de transporte de carga es extraído mediante la metodología de transferencia de beneficios mediante el estudio realizado por el (SENA, 2006) llamado “Estudio de caracterización transporte acuático”. En la siguiente tabla se muestra la estructura de cálculo desglosada:

Tabla 2.329. Valor por transporte de tonelada con promedio de 500 kilómetros para carga

Valor por tonelada con promedio de 500 kilómetros para carga	
Distancia promedio	500 Km
Costo por 500 toneladas (\$ US)	\$ 113.740,00
Costo por 500 toneladas (Pesos colombianos)	\$ 227.480.000,00
Costo por tonelada	\$ 454.960,00

Fuente: Adaptado de (SENA, 2006)

Dicho valor unitario es obtenido considerando una distancia de recorrido promedio de 500 kilómetros a través la red fluvial. Para el caso del transporte fluvial de pasajeros, su valor unitario es obtenido a través de la información registrada por el (Ministerio de Transporte, 2009) considerando también una distancia promedio de 500 kilómetros:

Tabla 2.330. Valor por transporte de pasajero con promedio de 500 kilómetros

Valor por pasajero con promedio de 500 kilómetros	
Distancia promedio	500
Valor por kilómetro	\$ 278,96
Valor unitario promedio	\$ 139.481,90

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Transporte, 2009)

Considerando esto, se presenta los siguientes valores económicos de transporte fluvial para la Macrocuenca Magdalena-Cauca:

Tabla 2.331. Valor Total transporte fluvial para la Macrocuenca Magdalena-Cauca. Millones de pesos colombianos a precios del 2013

Zona Hidrográfica	Valoración Económica	%
Alto Magdalena	\$ 2.546,41	0,3%
Medio Magdalena	\$ 723.384,58	84,6%
Bajo Magdalena	\$ 116.923,36	13,7%
Bajo Cauca	\$ 12.252,07	1,4%
Total	\$ 855.106,42	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Tabla 2.332. Valor Total transporte fluvial por pasajeros para la Macrocuenca Magdalena-Cauca. Millones de pesos colombianos a precios del 2013

Zona Hidrográfica	Valoración Económica	%
Alto Magdalena	\$ 87.953,38	22,7%
Medio Magdalena	\$ 138.154,31	35,7%
Bajo Magdalena	\$ 62.911,36	16,3%
Bajo Cauca	\$ 97.647,93	25,3%
Total	\$ 386.666,98	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En las anteriores tablas, se evidencia el valor económico por transporte fluvial en las áreas hidrográficas. El valor total de transporte de carga por agua es de \$ 855.106 millones de pesos colombianos a precios del 2013.

Con el fin de obtener un análisis robusto del transporte fluvial, se presenta una comparación con el transporte de carreteras en el que se transportan 7.200 toneladas en un promedio de distancia recorrida de 500 kilómetros. A continuación se muestra un análisis del SENA en las siguientes tablas:

Tabla 2.333. Costo necesario para transportar por tipo automotor y fluvial. Pesos colombianos a precios del 2013

Costos necesarios para transportar 7200 toneladas a 500 kilómetros					
Modo	Unidades tractoras	Toneladas por unidad transportada	Distancia (Kilómetros)	Costo (\$COP Ton/Km)	Costo en pesos colombianos
Automotor	206,0	35,0	500,0	89,5	\$ 326.700.000,00
Fluvial	6,0	1200,0	500,0	62,9	\$ 227.480.000,00

Fuente: Adaptado de (SENA, 2006)

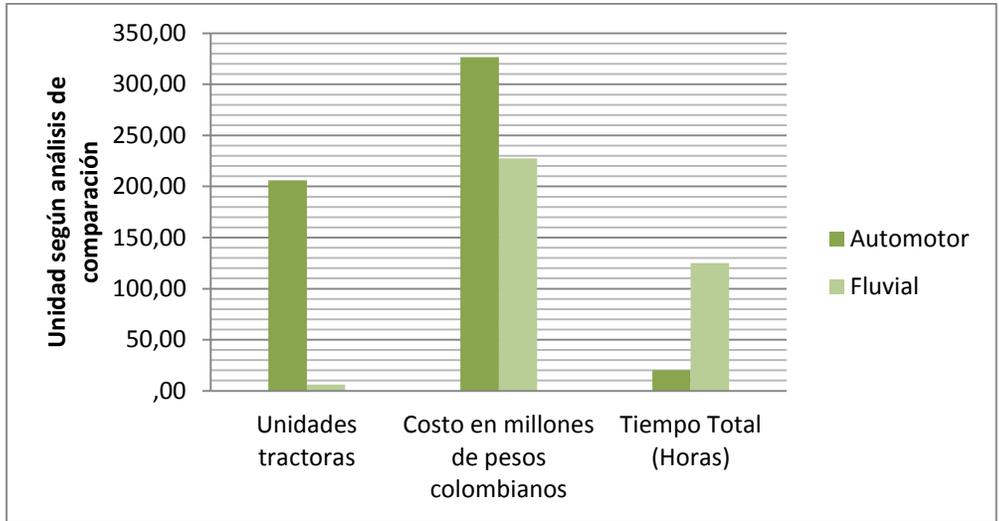
Tabla 2.334. Tiempo necesario para transportar por tipo automotor y fluvial.

Tiempo necesarios para transportar 7200 toneladas a 500 kilómetros					
Modo	Unidades tractoras	Tiempo de viaje (Horas)	Distancia (Kilómetros)	Velocidad (Km/h)	Tiempo Total (Horas)
Automotor	206,0	10,0	500,0	50,0	20,0
Fluvial	6,0	35,0	500,0	4,0	125,0

Fuente: Adaptado de (SENA, 2006)

Con respecto al análisis anterior, se analiza que se utilizan 206 unidades tractoras (Tracto-camión) para mover 7.200 toneladas con un costo total de \$ 326,7 millones de pesos a precios corrientes mientras que con solo 6 unidades tractores (Remolcador) se mueve la misma cantidad por transporte fluvial con un costo de \$ 227.5 millones de pesos a precios corrientes. A continuación se muestra la siguiente gráfica del análisis comparativo:

Ilustración 2.219. Análisis comparativo modo automotor y fluvial

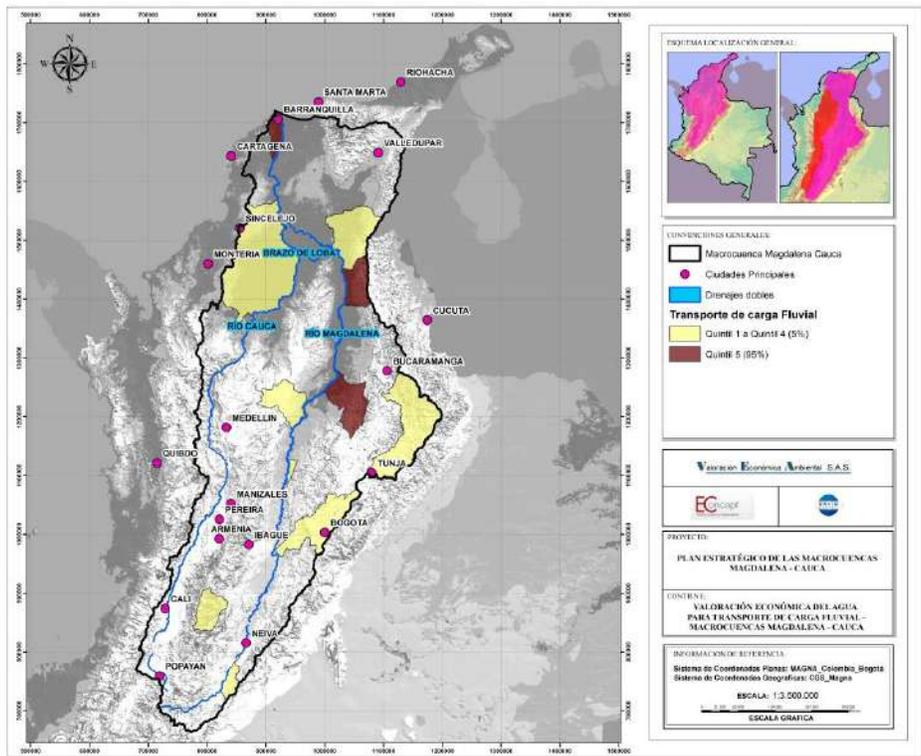


Fuente: Adaptado de (SENA, 2006)

Así mismo, en la gráfica se observa que el transporte fluvial es un 30,37% menos costos que el transporte terrestre. Sin embargo, la desventaja del transporte fluvial se encuentra en el tiempo de recorrido demorándose 5 veces más que el transporte terrestre.

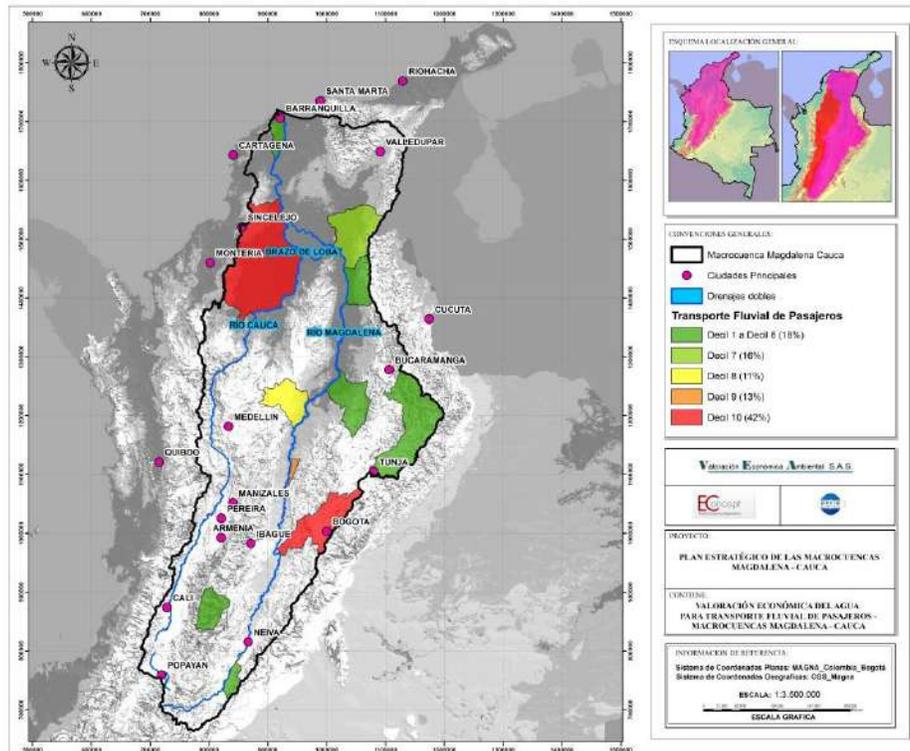
En las siguientes ilustraciones se presenta la distribución espacial de la valoración económica para transporte fluvial de carga y de pasajeros respectivamente.

Ilustración 2.220. Valoración Económica del transporte fluvial de carga.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

Ilustración 2.221. Valoración Económica del transporte fluvial de pasajeros.



Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

2.5.4 Desastres asociados con el agua

Respecto a la Regulación Hidrológica de los ecosistemas y en lo que concierne a la ubicación de hogares y sistemas productivos en zonas de inundación, es importante mencionar que el valor económico del daño resulta alto para la sociedad y que acciones tomadas por agentes económicos por fuera del área de las inundaciones, en otras zonas hidrográficas que trascienden el alcance de los POMCAS, puede producir variaciones en dicho valor.

El 35% de los hogares afectados por inundaciones se ubican en la parte baja de la cuenca Magdalena, en esta área geográfica también se ubica el 40% de las pérdidas de ganado y el 25% de las pérdidas en cultivos. Adicionalmente es relevante mencionar que esta área geográfica (Bajo Magdalena) alberga el 11% de la población urbana de las Macrocuencas y el 9% de la población rural. Este desbalance entre la magnitud del impacto y el volumen de la población sugiere que es importante estudiar cuantitativamente el costo de las externalidades generadas por otras áreas geográficas de mayor volumen poblacional.

En general las iniciativas de embalses para la generación hidroeléctrica, mejoras de la navegabilidad y en general proyectos que promuevan el uso del suelo en áreas de vasta extensión deben ser analizadas a la luz de sus efectos regionales y evaluados integralmente para incluir el costo de los efectos o externalidades positivas y negativas para la sociedad.

Las inundaciones tiene costos elevados para la sociedad, los hogares de cascos urbanos expuestos al fenómeno pierden bienestar al asumir costos de pérdidas materiales, interrupción de los ciclos de vida laborales y escolares, enfrentan tasas de morbilidad y mortalidad más altas. Adicionalmente el estado debe asumir costos por pérdida de infraestructura de servicios públicos, educación, salud, vías, etc.

El sector productivo y los hogares rurales enfrentan pérdidas importantes en sus sistemas de producción, hay efectos sobre la producción agrícola que incluso se reflejan en los precios de mercado nacional, situación que sin duda pone en la mira de los planes estratégicos el problema de las inundaciones.

Pero en general las pérdidas de las inundaciones van más allá de los precios de mercado, los costos evitados o inducidos por el problema. Tiene que ver con el desarrollo de las poblaciones a largo plazo y con sus posibilidades de emprender una senda positiva de indicadores socioeconómicos.

La valoración económica por desastres asociados al agua, se realizó con base en la información obtenida de desastres por inundaciones, avalanchas y deslizamiento elaborado el (DANE) para las subzonas hidrográficas que pertenecen a la Macrocuenca Magdalena-Cauca.

Para el análisis económico se identifica la siguiente relación:

Ecuación 18. Cálculo del valor de desastres asociados al agua.

$$VT_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} * V_j$$

Dónde:

VT_i = Valor total en pesos por desastre para la subzona hidrográfica i .

X_{ij} = Cantidad de hogares afectados por desastre j en la subzona hidrográfica i .

V_j = Valor Marginal del desastre j por hogar.

Teniendo en cuenta la información presentada anteriormente, se realizan los cálculos respectivos de la valoración económica para la Macrocuenca. En este orden de ideas, Los desastres conformados dentro del cálculo del valor por desastres asociados al agua son hogares por inundaciones, hogares por avalanchas, hogares por deslizamientos, hogares con pérdida de cultivos y hogares con pérdida de ganado. A los anteriores tipos de hogares afectados se les asignó un valor marginal el cual es calculado mediante el método de transferencia de beneficios a partir de una revisión bibliográfica. A continuación se muestra su valor marginal:

Tabla 2.335. Valor marginal por hogar según tipo. Pesos colombianos a precios del 2013

Rubro	Valor por hogar afectados por inundación	valor por hogar afectados por deslizamiento	valor por hogar afectados por avalancha	valor por hogar con cultivos perdidos	valor por hogar con pérdidas de ganado
Reparación sin relocalización	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	-	-
Área de cultivo o ganado (Ha)	-	-	-	0,0075	0,005
Valor Unitario por metro cuadrado	-	-	-	\$7.881.401	\$4.232.423
Valor Marginal	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 59.110	\$ 21.162

Fuente: Adaptado de (Gobernación del Valle del Cauca, 2013) - (CEPAL, 2012)

Es de aclarar que la base estadística de datos en el cálculo del valor marginal se encuentra descrita en la sección “Desastres Asociados al Agua” en el capítulo de “ANÁLISIS DIAGNÓSTICO MULTITEMPORAL” del presente documento. Teniendo en cuenta lo anterior se presenta los siguientes valores para la Macrocuena Magdalena-Cauca:

Tabla 2.336. Valor Total por desastres asociados al agua para la Macrocuena Magdalena-Cauca. Millones de pesos colombianos a precios del 2013

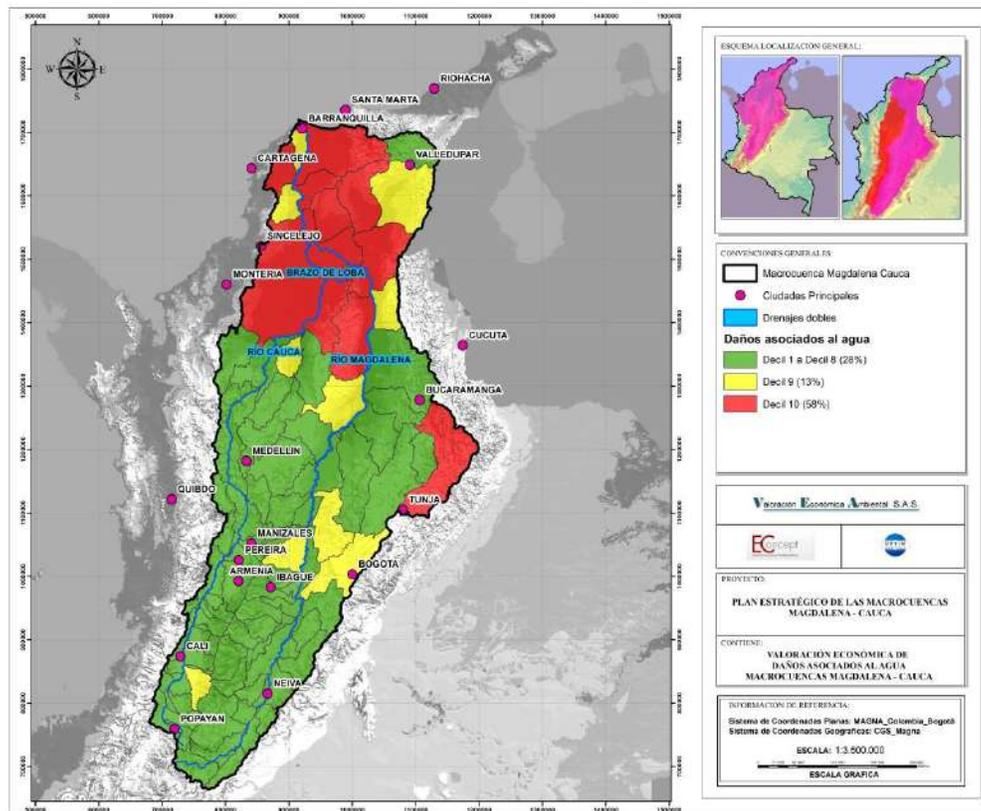
Zona Hidrográfica	Valor por hogar afectados por inundación	valor por hogar afectados por deslizamiento	valor por hogar afectados por avalancha	valor por hogar con cultivos perdidos	valor por hogar con pérdidas de ganado	Valor Total	%
Alto Magdalena	\$ 33.457	\$ 35.144	\$ 7.136	\$ 1.777	\$ 83	\$ 77.596	10,1%
Medio Magdalena	\$ 67.972	\$ 30.079	\$ 8.612	\$ 2.878	\$ 341	\$ 109.882	14,3%
Bajo Magdalena	\$ 287.431	\$ 14.441	\$ 1.778	\$ 5.534	\$ 1.815	\$ 310.998	40,5%
Alto Cauca	\$ 64.966	\$ 33.675	\$ 5.151	\$ 2.266	\$ 101	\$ 106.158	13,8%
Medio Cauca	\$ 20.252	\$ 4.758	\$ 712	\$ 261	\$ 34	\$ 26.017	3,4%
Bajo Cauca	\$ 130.311	\$ 885	\$ 1.364	\$ 3.129	\$ 942	\$ 136.631	17,8%
Total general	\$ 604.389	\$ 118.982	\$ 24.752	\$ 15.844	\$ 3.316	\$ 767.283	100,0%

Fuente: Cálculos UT Macrocuencas

En la anterior tabla, se evidencia el valor económico asociados al desastre por agua en áreas hidrográficas. El valor total de desastres causados por agua es de \$ 767.283 millones de pesos colombianos a precios del 2013.

En la siguiente ilustración, se presenta la distribución espacial de la valoración económica de los desastres asociados con el agua.

Ilustración 2.222. Valoración Económica de los desastres asociados con el agua.



Fuente: UT Macrocuencas con información de (CEPAL, 2012)

2.5.5 Preservación de la biodiversidad.

El desarrollo económico y la supervivencia del ser humano dependen de la conservación de la biodiversidad. Los servicios ambientales relacionados con la biodiversidad están asociados a la alimentación, la medicina y la construcción (Ministerio del Medio Ambiente; Departamento Nacional de Planeación; Instituto Alexander Von Humboldt , 1995).

En el sector agrícola, muchas de las cosechas dependen de insectos y vertebrados para su polinización, como es el caso del cacao, polinizado por dípteros (moscas), el algodón, polinizado por abejas y el banano, el cual es polinizado por murciélagos (Ministerio del Medio Ambiente; Departamento Nacional de Planeación; Instituto Alexander Von Humboldt , 1995).

En cuanto al uso de la madera, numerosas especies de árboles son indispensables como fuente de madera, leña y fibra para papel. La madera es un elemento fundamental para la vida rural en la construcción de viviendas y como fuente de energía en forma de leña y carbón. En Colombia, el consumo de maderas se *“calcula en 20 millones de metros cúbicos anuales, utilizados principalmente como leña y carbón (16 millones) y en la industria (4 millones)”* (Ministerio del Medio Ambiente; Departamento Nacional de Planeación; Instituto Alexander Von Humboldt , 1995). De otra parte, la productividad de muchos ecosistemas está ligada directamente con *“la actividad biológica de hongos y microorganismos del suelo, los cuales descomponen la materia orgánica, reciclan nutrientes y fijan nitrógeno. Estos procesos son esenciales para el desarrollo de plantas y los*

ciclos de vida que sustentan". Adicionalmente, los bosques, praderas y cultivos *"son importantes fijadores de CO₂, actuando de manera indirecta sobre los procesos de cambio global. Finalmente, es importante resaltar que la mayor parte de los combustibles que utilizamos son derivados de seres vivos, incluyendo fósiles como el carbón y el petróleo"* (Ministerio del Medio Ambiente; Departamento Nacional de Planeación; Instituto Alexander Von Humboldt, 1995).

La pérdida de biodiversidad por deforestación y el cambio en el uso de los suelos, reducen la abundancia de ciertos organismos, propician la multiplicación de otros y modifican la interacción entre ellos, afectan a los reservorios y la transmisión de las enfermedades infecciosas (Organización Mundial de la Salud).

Por lo anterior, la valoración económica de la biodiversidad se convierte en una herramienta fundamental para definir las bases en la construcción de instrumentos y políticas de protección y conservación.

De acuerdo a (Gómez-Limón & Barreiro-Hurlé, 2012), en España la sociedad está dispuesta a pagar entre 10 y 27 Euros por hectárea por la provisión de bienes generados por el olivar regional como la biodiversidad.

Así mismo, (Martínez, 2008) en la valoración de los servicios ecosistémicos que genera el humedal Córdoba en Bogotá, encontró que la Disponibilidad A Pagar (DAP) por cada habitante para que se conserve la biodiversidad fue de \$14.200 pesos.

De otra parte, a partir del (Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, 2013), se obtiene un valor de DAP para el Páramo de Tatamá correspondiente a \$21.891 pesos y en los Bosques Secos del Dagua de \$11.510 pesos por persona al año.

Para establecer la valoración económica de las áreas naturales de orden local, regional y nacional de la Macrocuenca, se utiliza el método de transferencia de beneficios de acuerdo a los valores de DAP encontrados en la literatura. Así mismo, la DAP se calcula en función de la distancia de la población al Área natural protegida, debido a que a mayor distancia, la sociedad percibe menos beneficios del área natural por lo que su disponibilidad a pagar por la conservación se reduce.

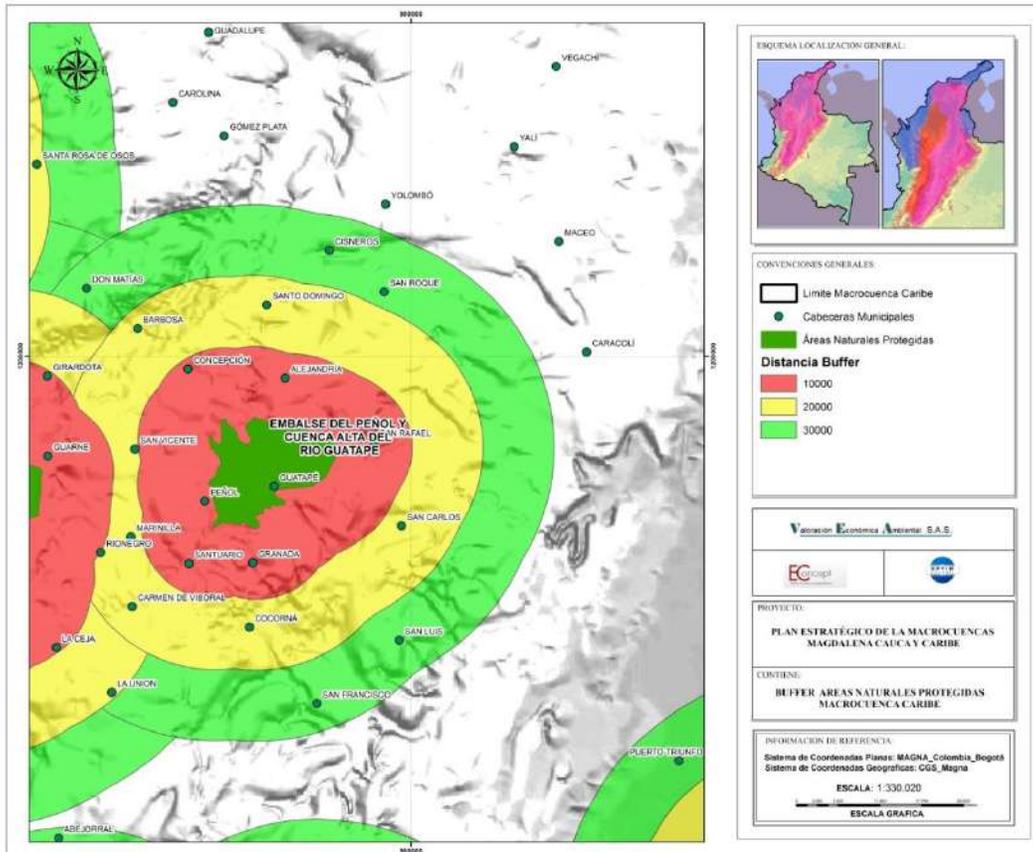
La metodología de cálculo se determina a continuación:

1. Cálculo de la población según la distancia al ANP:

Para cada área natural de la Macrocuenca se generan tres buffers de 10 km, 20 km y 30 km respectivamente, en los que se ubican las cabeceras municipales, lo cual permite determinar la población ubicada dentro de éstos rangos de distancia al área natural.

En la siguiente ilustración se presenta un ejemplo de un área natural y el cruce de las cabeceras municipales con los tres buffers.

Ilustración 2.223. Buffers para un área natural protegida (10 km: color rojo; 20 km: color amarillo; 30 km: color verde)



Fuente: UT Macrocuenzas

Con base en la información anterior, se presentan las subzonas con mayor número de cabeceras dentro de los buffers para el área natural.

Tabla 2.337. Subzonas Hidrográficas con mayor número de cabeceras alrededor de un área natural protegida.

Cód SZH	Subzona Hidrográfica	Número de cabeceras según la distancia a un ANP				Total general
		< 10 km	10- 20 km	20-30 km	> 30 km	
2403	Río Chicamocha	22	35	14		71
2401	Río Suárez	45	16			61
2120	Río Bogotá	36	6			42
2502	Bajo San Jorge - La Mojana	1	4	3	23	31
2306	Río Negro	12	10			22
2308	Río Nare	10	7	4	1	22
2312	Río Carare (Minero)	3	8	8	2	21
2907	Directos Bajo Magdalena	0	2		18	20
2319	Río Lebrija	9	4	5	1	19
2701	Río Porce	10	4	1	4	19
2620	Directos Río Cauca (md)	5	10	1	2	18
2612	Río La Vieja	7	7	3		17
2119	Río Sumapaz	7	7			14
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	2	6	2	3	13
2906	Cga Grande de Santa Marta	1	6	3	3	13
2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	9	2			11
2617	Río Frío y Otros Directos al Cauca	2	2	4	3	11
2903	Bajo Magdalena - Canal del Dique	0			11	11

2402	Río Fonce	1	4	5		10
2614	Río Risaralda	7	3			10

Fuente: UT Macrocuencas

2. Cálculo de la DAP:

Se utiliza el método de valoración económica de transferencia de beneficios para estimar la disponibilidad a pagar de la población por preservar la biodiversidad en las subzonas hidrográficas de la Macrocuenca.

La fórmula de cálculo se presenta a continuación.

Ecuación 19. Transferencia de beneficios.

$$V_t^T = V_o^F \left(\frac{PIBp_o^F}{PIBp_o^T} \right) * \left(\frac{IPC_t}{IPC_o} \right) * E_t$$

Fuente: (Heinz & Tol, 1996)

Dónde:

V_t^T : Valor a transferir corrigiendo por poder de paridad de compra y por índice de precios, expresados en el año t.

V_o^F : Valor del estudio con base en el cual se realizará la respectiva transferencia de beneficios o costos.

$\left(\frac{PIBp_o^F}{PIBp_o^T} \right)$: Factor de corrección por PIB per cápita de Colombia y del país de referencia.

$\left(\frac{IPC_t}{IPC_o} \right)$: Factor de corrección por Índice de Precios al Consumidor de Colombia y del país de referencia. Índice de precios relativos.

E_t : TRM de la moneda de Colombia respecto al país de referencia, en el periodo t.

Tomando como base los valores establecidos en la revisión de literatura, se tiene que la DAP para el año 2013 en Colombia es de \$21.000. Así mismo, se asume que por cada kilómetro adicional entre la ubicación de la cabecera municipal y el área natural, la DAP se reduce el 5%, debido a la disminución de los beneficios percibidos por la población.

3. Cálculo de la valoración económica de la preservación de biodiversidad en la Macrocuenca:

Ecuación 20. Cálculo del valor de preservación de biodiversidad.

$$VT = \sum_{i=1}^I \sum_{x=1}^4 (P_{ix} * DAP_x)$$

Dónde:

VT = Valor total en pesos por biodiversidad para la Macrocuenca.

P_{ix} = Cantidad de población de la subzona hidrográfica i en la distancia x .

DAP_x = DAP en la distancia x .

Teniendo en cuenta la ecuación anterior, se encuentra que el valor de la preservación de biodiversidad en la Macrocuena Magdalena Cauca es de \$ 506.258.101.125.

En la siguiente tabla se presentan las 11 subzonas hidrográficas en las cuales se concentra el 86% de la valoración económica de la Macrocuena.

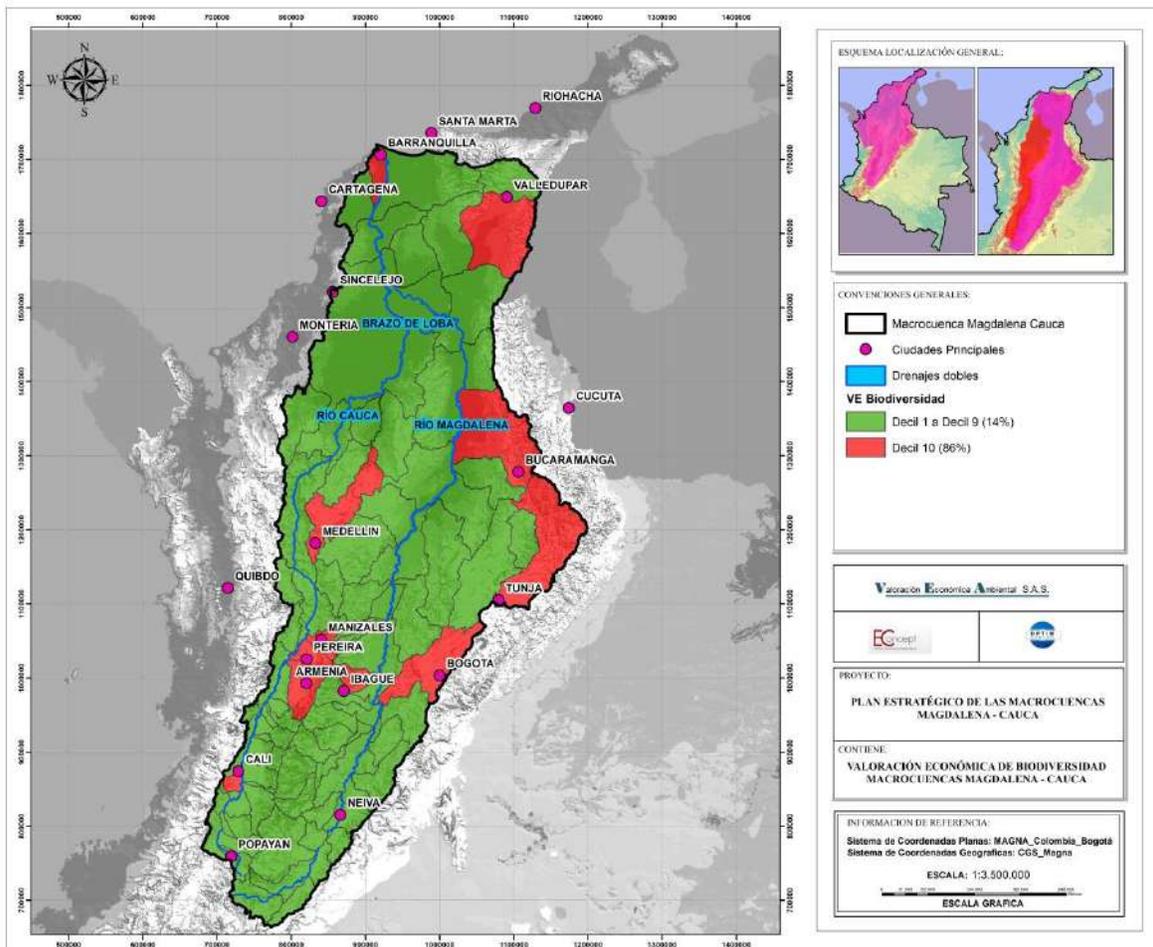
Tabla 2.338. Subzonas hidrográficas con mayor valoración económica.

SZH	Subzona Hidrográfica	Población según distancia al ANP				Valoración Económica (\$)				
		< 10 km	10-20 km	20-30 km	> 30 km	< 10 km	10-20 km	20-30 km	> 30 km	Total
2120	Río Bogotá	8.984.609	67.587	-	-	188.676.789.000	709.663.500	-	-	189.386.452.500
2701	Río Porce	3.485.958	58.468	13.968	22.783	73.205.118.000	613.914.000	73.332.000	59.805.375	73.952.169.375
2630	Río Pance	2.361.181	-	-	-	49.584.801.000	-	-	-	49.584.801.000
2904	Directos al Bajo Magdalena (mi)	1.784.905	235.906	59.802	32.629	37.483.005.000	2.477.013.000	313.960.500	85.651.125	40.359.629.625
2319	Río Lebrija	1.063.732	10.135	45.668	16.712	22.338.372.000	106.417.500	239.757.000	43.869.000	22.728.415.500
2612	Río La Vieja	771.175	212.902	63.154	-	16.194.675.000	2.235.471.000	331.558.500	-	18.761.704.500
2124	Río Totaré	518.085	1.737	-	-	10.879.785.000	18.238.500	-	-	10.898.023.500
2615	Río Chinchiná	462.585	-	-	-	9.714.285.000	-	-	-	9.714.285.000
2802	Medio Cesar	377.577	14.617	7.506	49.057	7.929.117.000	153.478.500	39.406.500	128.774.625	8.250.776.625
2403	Río Chicamocha	256.172	228.266	33.757	-	5.379.612.000	2.396.793.000	177.224.250	-	7.953.629.250
2613	Río Otún	258.798	-	-	-	5.434.758.000	-	-	-	5.434.758.000

Fuente: UT Macrocuencas

Finalmente, se presenta la siguiente ilustración en la cual se representa gráficamente la distribución de la valoración económica de la preservación de la biodiversidad.

Ilustración 2.224. Valoración económica de la preservación de biodiversidad



Fuente: UT Macrocuencas

2.6 ANÁLISIS INTEGRADO DE ESTUDIOS DE CASO.

2.6.1 Consideraciones económicas.

Las actividades humanas tienen una dimensión económica que determina parcialmente el bienestar de quien las desarrolla. En igual sentido, las restricciones que enfrentan dichas actividades tienen connotaciones de índole económica con implicaciones en materia de bienestar. Determinar el resultado de desarrollar labores en un contexto de restricciones es de por sí complejo, pero lo es más si se tiene en cuenta que la actividad humana genera externalidades. En efecto, en un marco de restricciones, cuando las labores de un individuo o grupo de individuos inciden en otros miembros de la sociedad, surge un conjunto adicional de restricciones asociado con esta afectación. Estas restricciones ejercen presión, en principio, sobre los sujetos pasivos de la acción que generó las externalidades.

La interdependencia de objetivos y restricciones en presencia de múltiples actores puede generar equilibrios perversos, en los que no sólo los sujetos pasivos no reciben compensaciones que mitiguen sus pérdidas de bienestar, sino que la disponibilidad de recursos se altera al punto en que incluso la sostenibilidad de la actividad del actor que genera la externalidad se ve comprometida. Para enfrentar situaciones como ésta, la sociedad delega en el Estado la capacidad de regular la interacción entre agentes, con el fin de producir mejores equilibrios, en los que el conflicto entre objetivos y restricciones se resuelva en forma de actividades sostenibles, en el desarrollo de las cuales, además, se compense debidamente a las partes afectadas.

El desarrollo de una regulación adecuada requiere de al menos dos requisitos. Uno de ellos es la construcción de una institucionalidad idónea, que tenga la transversalidad necesaria para actuar sobre las diferentes problemáticas que se derivan de la interdependencia de múltiples objetivos y restricciones. El otro es la determinación de los estándares mínimos de información y de los enfoques metodológicos que se requieren entender correctamente las implicaciones de la problemática descrita arriba.

La conservación y el uso sostenible de los recursos naturales en general, y de los recursos hídricos de las cuencas en particular, es un caso ilustrativo de la problemática descrita arriba: múltiples actores, múltiples restricciones agravadas por externalidades, pérdidas de bienestar y compensaciones inexistentes o, en el mejor de los casos, insuficientes. Las falencias de la arquitectura institucional requerida para enfrentar esta problemática en el caso colombiano se tratan en otra sección de este documento. Esta sección, por su parte, se concentra en el tema de estándares de información y del uso de enfoques metodológicos adecuados, apelando a dos ejemplos relevantes para las Macrocuencas objeto de este estudio: por una parte, la descontaminación del río Bogotá y, por otra, la construcción de embalses para generar electricidad.

La descontaminación del río Bogotá, perteneciente a la Macrocuenca Magdalena-Cauca, ha sido objeto de discusión por varias décadas. La actividad humana deposita a lo largo de su cuenca

químicos que han generado un agudo problema de escasez de por contaminación, que ha obligado a la ciudad a trasvasar agua de otra Macrocuenca para atender buena parte de la demanda del conglomerado humano, agrícola, industrial y de servicios que comprende la Sabana de Bogotá. Sin embargo, se ha establecido que a menos de 30 kilómetros de la desembocadura del río Bogotá en el río Magdalena, los químicos que arrastra el primero ya son prácticamente imperceptibles en las aguas del segundo (con excepción de ciertos metales).

En la medida en que la contaminación del río Bogotá no genera externalidades negativas considerables sino en un área delimitada de la Macrocuenca a la que pertenece (aguas arriba de su desembocadura en el Magdalena), es necesario hacerse al menos las siguientes preguntas. En primer lugar, cuál es el valor agregado de las actividades económicas que contaminan el río Bogotá. En segundo lugar, cuál es el valor de la producción que se deja de hacer aguas abajo de la capital del país y aguas arriba de la desembocadura del río, análisis que debe complementarse con información sobre el costo de las externalidades que esta situación implica, como la necesidad de los municipios aguas abajo de Bogotá de buscar agua en cuencas alternativas o a través de la perforación de pozos. Tercero, cuál es el valor de los servicios ambientales que deja de prestar el río por tener altos niveles de contaminación por químicos. Cuarto, en qué medida las acciones de los municipios aguas abajo de Bogotá para obtener fuentes alternativas de agua son sostenibles, en la medida en que afectan a su vez otros ecosistemas pertinentes.

Esta y otra información es necesaria establecer el valor de la transferencia de recursos que tendrían que hacer Bogotá y otros municipios aguas arriba de la capital para compensar los costos de las externalidades, mencionadas arriba, que sufren los municipios que recorre el río después de abandonar la Sabana, antes de llegar al Magdalena. A su vez, este valor debería compararse con la opción sobre la cual parece haber un relativo consenso, que consiste en la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Canoas, la ampliación de la PTAR Salitre y la realización de un conjunto de obras de adecuación hidráulica del río. De acuerdo con información suministrada por el Departamento Nacional de Planeación, el valor de estas obras sería cercano a \$ 3 billones (\$ 1.8 billones en el caso de la PTAR Canoas y \$ 1 billón para la PTAR Salitre, junto con las obras complementarias) las cuales, si bien se realizarían a lo largo de varios años, tienen un valor considerable, en la medida en que ascendería a 0.45% del PIB.

La comparación mencionada arriba no sólo no se ha hecho, con el fin de optar por la mejor alternativa entre una adecuada compensación de las externalidades o la construcción de las PTAR, sino que la realidad política ha venido tomando decisiones que inclinan la balanza, sin contar con la información suficiente, a favor de la descontaminación del río Bogotá. De hecho, el artículo 6 de la Ley 1176 de 2007, reglamentaria de la reforma constitucional del Sistema General de Participaciones del mismo año, estipula que los recursos correspondientes al 15% de la bolsa de agua potable que fueron asignados al Distrito Capital se deben destinar “exclusivamente para el Programa de Saneamiento Ambiental del río Bogotá”.

Es probable que la decisión de descontaminar el río Bogotá sea la mejor desde el punto de vista costo-beneficio, pero también es probable que no lo sea. Lo inconveniente de la situación actual es que ya se optó por una de las alternativas, sin tener toda la información necesaria para hacerlo.

La construcción de embalses para la generación de electricidad es otro ejemplo de la necesidad de contar con mejor información y con evaluaciones más completas de las opciones disponibles. Los apagones de la década de los ochenta y noventa motivaron una serie de cambios regulatorios que tuvieron por objeto reducir la vulnerabilidad del suministro de energía, mayoritariamente a cargo de plantas hidroeléctricas, a condiciones extremas de baja pluviosidad como las que se registran cuando ocurre el fenómeno de El Niño. Se buscó diversificar el parque de generación, aumentando la capacidad instalada termoeléctrica y ofreciendo la posibilidad de remunerar la energía firme que cada planta de generación pueda entregar al sistema interconectado a través del llamado cargo por confiabilidad. En la actualidad, una planta que aspire a que se le remunere su energía firme, sea ésta demandada por el sistema o no, debe participar en una subasta inversa en la que se favorecen las nuevas plantas que menor remuneración soliciten. La regulación permite que cualquiera construya plantas de generación de electricidad en el país, pero sólo remunera su energía firme si se somete a todos los requerimientos técnicos, pólizas de seguros, etc., estipulados por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), y participa exitosamente en la subasta inversa²⁸. Dado el atractivo de la remuneración de la energía firme, sólo es razonable construir plantas de generación pequeñas sin participar en las subastas. Dicho de otra manera, es razonable suponer que las hidroeléctricas con embalse, por su tamaño y riesgos, sólo se construyan en el país si son beneficiarias en las subastas inversas.

Además de asegurar que la oferta de electricidad satisfaga la demanda proyectada incluso bajo escenarios de estrés, el objetivo de las subastas inversas de cargo por confiabilidad es expandir la capacidad instalada de generación al menor costo posible. Esto implica, con toda seguridad bajo la normatividad actual, que la construcción de futuros embalses para generar energía eléctrica se hará evitando cualquier tipo de sobre costo que no esté asociado con la generación de electricidad (cumpliendo por supuesto con todos los requerimientos técnicos del caso) y, en esa medida, no cabe esperar que estos embalses cumplan con propósitos múltiples. En este sentido, la construcción de embalses multipropósito que permitan, además y por ejemplo, control de inundaciones, no serían construidos por inversionistas interesados en generar energía, a menos de que alguien pague el sobre costo de construcción y operación que implica cumplir con los propósitos adicionales. De lo contrario, los proyectos hidroeléctricos perderían competitividad en las subastas inversas frente a las plantas que utilicen otros combustibles (carbón, gas, geotermia o viento).

En la medida en que se busque que terceros paguen por el sobre costo mencionado arriba, nuevamente es fundamental que se hagan evaluaciones completas que establezcan los costos y

²⁸ En principio, las subastas se llevan a cabo bajo la premisa de neutralidad tecnológica, lo cual implica que no hay preferencia por la hidroelectricidad o la termoelectricidad.

beneficios de contar con propósitos adicionales en los embalses que inicialmente se concibían con fines de generación eléctrica.

2.6.2 Consideraciones institucionales.

El desarrollo de proyectos e inversiones públicas dirigidas a la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales y de los recursos hídricos de las cuencas con frecuencia se ve limitado por la incapacidad de las entidades territoriales y de las corporaciones autónomas regionales (CARs) de invertir por fuera de los límites de sus respectivas jurisdicciones. Las consecuencias de esta restricción se vuelven particularmente evidentes cuando se trata de inversiones o proyectos que podrían dirigirse al manejo de cuencas hidrográficas donde los límites de las cuencas frecuentemente no coinciden con los límites de la división político administrativa del país.

La Ley 99 de 1993 introdujo importantes reformas a la gestión ambiental de Colombia que buscaron avanzar en la solución de varias de las limitaciones para la gestión ambiental regional. Con la creación del Sistema Nacional Ambiental (SINA) se crearon o modificaron Corporaciones Autónomas Regionales y Autoridades Ambientales Urbanas. Entre 1994 y 1998 se crearon 16 Corporaciones regionales nuevas y se reestructuraron las 18 preexistentes; y se establecieron autoridades ambientales urbanas en Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla. A partir de 1995 las emisiones industriales de contaminantes al comenzaron a declinar, se instalaron redes de monitoreo de calidad del aire en las principales ciudades y corredores industriales, se implementaron proyectos de transferencia de tecnología ambiental al sector industrial. Entre 1994 y 2002 se fortaleció el consenso en torno a la necesidad de incluir consideraciones ambientales en los procesos de planificación y de regulación del uso del territorio -urbano y rural-. Las corporaciones regionales y las autoridades ambientales urbanas comenzaron a jugar un papel importante en este sentido.

A pesar de los avances descritos, las iniciativas de gestión y la planificación ambiental de esas entidades ambientales no podían sobrepasar los límites de sus respectivas jurisdicciones; y hacia finales de la década de los noventa y principios del milenio se hicieron cada vez más evidentes los problemas de coordinación entre las autoridades ambientales, las entidades territoriales, y las empresas prestadoras de servicios de saneamiento básico, entre otros, en torno a temas tales como el ordenamiento territorial, el manejo de cuencas, el manejo de ecosistemas urbanos, el saneamiento básico, etc.

En vista de lo anterior, el gobierno se propuso reformar las instituciones ambientales. Los planes nacionales de desarrollo de los períodos 2002-2010 propusieron, explícitamente, continuar desarrollando políticas ambientales aprobadas en administraciones anteriores como las relacionadas con el manejo de zonas costeras, el manejo de aguas residuales, la investigación y la educación ambiental, la promoción de mercados verdes, la prevención de desastres, la conservación de los bosques, y la protección de los derechos de los grupos étnicos. Se transfirieron funciones del Ministerio de Desarrollo relacionadas con vivienda de interés social, ordenamiento territorial y saneamiento básico al Ministerio del Medio Ambiente el cual fue reestructurado bajo el nombre de Ministerio de Ambiente, Vivienda y el Desarrollo Territorial (MAVDT). Durante ese período se

intentó infructuosamente hacer una reforma a las CARs; y las reformas hechas a los ministerios en realidad no le dieron al nuevo ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial la capacidad de necesaria para asegurar la coordinación entre las corporaciones y entre los municipios en torno a objetivos que superaran los límites de sus respectivas jurisdicciones.

El Plan de desarrollo del período 2010 – 2014, que se escribió en medio de un período de intensas lluvias e inundaciones que hizo aún más evidente la necesidad de planificar el territorio por encima de los límites frecuentemente arbitrarios de la división política administrativa del país. Más aún, se evidenció que los intereses locales con frecuencia no coinciden con el interés regional o nacional. Este desencuentro de intereses se hizo muy evidente cuando se trata de las poblaciones y sectores económicos que habitan una misma cuenca; independientemente de su tamaño.

La experiencia de los últimos años, particularmente la que se ha generado en torno al proyecto de saneamiento del Río Bogotá, ha evidenciado varios asuntos relevantes; entre ellos los siguientes: *i.* la CAR ni el gobierno departamental tienen las herramientas jurídicas suficientes ni el mandato de coordinar los presupuestos de las distintas entidades territoriales de sus áreas de jurisdicción en torno al desarrollo de inversiones de interés general de toda la cuenca en su conjunto; *ii.* los intereses y las prioridades de los municipios de la cuenca con relación a la ocupación del territorio y al uso de sus recursos no siempre coinciden y, más aún, pueden ser opuestos; *iii.* no existe en esta cuenca una institución con la capacidad política y presupuestal para negociar, convocar y dirigir la voluntad y los presupuestos de todas las entidades territoriales en torno al desarrollo de proyectos y actividades dirigidas al manejo coordinado de la cuenca; *iv.* ante el vacío institucional descrito en el numeral anterior, el sistema judicial termina decidiendo y ordenando a las entidades territoriales y a la CAR la actividades necesarias y; *v.* las soluciones ordenadas por el sistema judicial pueden resultar costosas e ineficientes pues no son el resultado de evaluaciones económicas completas que incluyan todos los costos y beneficios de las distintas opciones de solución.

De otra parte, casos como el de las ciudades de Medellín y Pereira en donde se han podido acometer algunos proyectos de cuenca como el saneamiento de los ríos que la cruzan evidencian la importancia de contar con entidades supramunicipales con el mandato y la posibilidad de coordinar a las entidades territoriales en torno a presupuestos dirigidos a la implementación de proyectos que busquen, de manera balanceada, el beneficio de todos los municipios y sus habitantes. En estos casos existe la figura del Área Metropolitana que ha facilitado dicha coordinación.

Otras figuras de coordinación más flexibles y menos permanentes que la creación de áreas metropolitanas podrían utilizarse para coordinar procesos de planificación e inversión en territorios de cuenca que superen en área de jurisdicción de varios municipios, departamentos y corporaciones. Este es el caso del “Contrato Plan” previsto en el Plan Nacional de Desarrollo vigente. Se trata de un contrato entre varias entidades territoriales que permite que ellas y las CARs puedan concurrir en torno a la solución de problemas regionales que superen sus respectivas áreas de jurisdicción. En el marco de este tipo de contrato, los recursos económicos de distintas entidades firmantes se pueden administrar de manera agregada y pueden ser ejecutados por una sola entidad; pública o privada. El Gobierno nacional se encuentra actualmente estructurando los primeros

“Contratos Plan”. Esta figura, que permite la negociación entre varias entidades territoriales y agencias del gobierno para asegurar la distribución equitativa de costos y beneficios, podría ser útil para la implantación de actividades y proyectos que superen los límites de la jurisdicción de varias entidades territoriales pero que, en todos los casos, sean del interés de los distintos agentes que intervienen en la cuenca y que dependen de su estabilidad de largo plazo.

Parece pues evidente que la planificación, la solución y el desarrollo de actividades y proyectos en el ámbito de las cuencas hidrográficas requiere de la existencia de arreglos institucionales adecuados que tengan la posibilidad y el mandato de convocar la voluntad y el presupuesto de distintas entidades en torno al desarrollo proyectos y actividades que, mediante una distribución equitativa de costos y beneficios, contribuyan al mejoramiento del bienestar de todos los habitantes del territorio.

De otra parte, entre los años 2002 y 2010 se dieron cambios en materia regulatoria. Esos cambios fueron el resultado de procesos de concertación con el sector regulado, principalmente. Los cambios más importantes están relacionados con las tasas de contaminación, y las tasas de uso de agua. En estos casos las regulaciones aprobadas resultaron ser más laxas que las anteriormente existentes. Esos cambios, sumados a las dificultades de coordinación entre corporaciones y entre municipios, desactivaron los incentivos económicos antes existentes para el uso eficiente del agua y la prevención de la contaminación. Con esto, la probabilidad de la generación de externalidades (contaminación y escases) a lo largo de las cuencas aumentó.

Parece evidente que hacia el futuro, el manejo coordinado y planificado de las cuencas, y muy en particular de las microcuencas, estará en buena medida determinado por las instituciones. Esto es, por las organizaciones y las reglas del juego (regulaciones) que median las relaciones entre los ciudadanos y entre las instituciones. Ellas son las que, en últimas, generarán o dejarán de generar los incentivos necesarios para que los distintos agentes que actúan sobre las cuencas coordinen sus actividades y presupuestos entorno a objetivos de interés común. La existencia de instituciones o de acuerdos vinculantes supra municipales con capacidad de coordinar los presupuestos de las entidades territoriales y de las corporaciones regionales en torno al desarrollo proyectos y actividades que contribuyan al mejoramiento del bienestar de todos los habitantes del territorio es una condición necesaria, para detener y eventualmente revertir las actuales tendencias de deterioro de las cuencas y de las Macrocuencas. Esas instituciones y acuerdos podrían contribuir a anticipar y a aumentar los beneficios ambientales que podría generar el crecimiento económico, podrían asegurar que los costos y beneficios asociados al control ambiental y a la conservación se distribuyan de manera equitativa, a que los recursos hídricos se asignen de manera más eficiente, y a la internalización de los costos ambientales.

2.6.3 La evaluación de políticas y proyectos en las Macrocuencas.

Como se ha explicado en el análisis de casos, hay un punto recurrente relacionado con el recurso hídrico en las Macrocuencas, es el tema del análisis regional, integral y prospectivo de las acciones

que los diferentes agentes emprenden en el territorio de las mismas. Un punto de partida para iniciar el análisis debe ser la divergencia entre los *óptimos privados* y los *óptimos sociales*. Los agentes del sector productivo como en el caso de la generación de energía buscan óptimos privados (Mantener el embalse lleno para potenciar la generación), las instituciones del gobierno buscan óptimos sociales, en algunos casos de forma regional, lo cual genera pérdida de bienestar para la sociedad como un todo (Protección de un área a costa de desarrollo económico nacional, el caso de las vías por territorios de propiedad colectiva de grupos étnicos).

Lo anterior se presenta porque los individuos racionales toman decisiones orientadas a alcanzar el máximo beneficio individual posible. Esto sin tener presente lo que pueda pasar con el resto de personas de la sociedad. En este orden de ideas problemas de planificación local se tornan importantes al ser agregados regionalmente. Por ejemplo: el tema de la agricultura en zonas de aporte importante de sedimentos a los cauces. Cada agricultor tiene los incentivos para aprovechar las funciones protectoras del suelo que ofrecen los ecosistemas; al usar el agua y el suelo como medio de producción mediante tecnologías más baratas y poco amigables con la funcionalidad ecosistémica, dado que utilizar tecnologías más amigables le generaría costos de oportunidad (Menos productividad, mayores costos de insumos o mano de obra, etc.).

Cada individuo a pesar de las pérdidas (costos) que él le traslade a la sociedad usa los recursos de manera tal que maximice su bienestar. La sociedad pierde porque muy probablemente el uso que generaría los mayores beneficios sociales no sería el uso que cada individuo hace del suelo y del agua. En consecuencia el uso que rendiría los mayores beneficios sociales sería aquel que asegurara el buen funcionamiento de todas las cuencas que hacen parte de una Macrocuena, es decir la decisión que sería óptima para la sociedad depende de los usos que individualmente puedan hacer los agentes de los recursos en cada fracción del territorio.

Consecuentemente como se ha mencionado cada política, proyecto, etc. debe analizar información sobre el valor económico de recursos naturales y de los servicios sociales que ellos prestan. Con base en este tipo de análisis se pueden construir los argumentos necesarios para diseñar incentivos económicos orientados a asegurar que los bienes y recursos naturales se asignen a aquellos usos que le generen a la sociedad los mayores beneficios. Por ejemplo, en el caso de un páramo, la estimación de su *Valor Económico Total* generaría argumentos para la creación de incentivos económicos y de regulaciones que permitiesen a la sociedad optar por la alternativa de uso que le generaría los mayores *beneficios económicos netos*, dentro de los cuales incluso el uso en sistemas productivos podría ser la opción socialmente deseada, todo depende como se ha mencionado de la magnitud de los otros valores (Conservación, opción, etc.) para la sociedad y del grado de desarrollo económico al que se aspira llegar.

En el caso de los planes estratégicos de las Macrocuencas, la sociedad debe tomar decisiones, debe comparar los costos que ellas implican con los beneficios que ellas generan. Para tratar este asunto resulta oportuno entonces introducir el concepto del análisis *Costo – Beneficio*. Se trata de la aplicación de un conjunto de reglas empíricas que buscan, en últimas, la asignación eficiente de los recursos de una sociedad. Esto a partir de la estimación de los *beneficios económicos netos* que sus

distintas opciones de asignación podrían generar. Nuevamente es probable que el interés particular de un grupo poblacional se vea negativamente afectados por una determinada política, iniciativa o proyecto. Entonces, se reconoce que normalmente las políticas ambientales y de desarrollo, generan ganadores y perdedores. Lo importante para que el bienestar de la sociedad sea el más alto es que una alternativa de política es económicamente viable cuando las ganancias que ella genera son tales que sus beneficiarios (los ganadores) podrían compensar a quienes se puedan ver afectados negativamente por ella (perdedores) y, después de compensar, seguir ganando.

2.7 CONCLUSIONES.

La fase de diagnóstico corresponde a la segunda fase en el desarrollo del Plan Estratégico de la Macrocuena. En esta fase se llevaron a cabo cuatro objetivos principales: La identificación de variables clave, es decir aquellas variables que están relacionadas con temas que “tienen la posibilidad de modificar total o parcialmente el territorio de la Macrocuena y sus recursos naturales, especialmente el recurso hídrico” (ASOCARS, 2012); el análisis multitemporal de dichas variables; la valoración económica de los servicios ambientales de la Macrocuena y finalmente, el diseño de una estrategia de negociación con los actores clave.

La identificación de variables clave, la cual se describió en el Capítulo 4, se llevó a cabo mediante un proceso integral entre la UT, la Mesa Interinstitucional y los actores clave, lo cual permitió abordar desde diferentes perspectivas la situación actual de los recursos de la Macrocuena y por lo tanto, se tuvo como resultado una detallada lista de variables que permiten tener un panorama amplio sobre la Macrocuena. En este orden de ideas, se identificaron variables que fueron clasificadas de acuerdo a la metodología MICMAC y a la vez, se agruparon por subsistemas relacionados con el sector Agrícola, Doméstico, Industrial (Manufacturero y Minero), Hidrogeneración, Navegabilidad, Riesgo y Conservación. Esta clasificación por subsistemas consiste en la base para el desarrollo del modelo y de escenarios que se trabajarán en la fase de Análisis Estratégico, la cual corresponde a la siguiente fase en el desarrollo del Plan Estratégico.

De otra parte, durante el desarrollo de los análisis multitemporales de las variables clave, de algunas variables por carencia de información, como es el caso de la minería ilegal, no fue incluido el análisis multitemporal. En general de las demás variables se trabajó el aspecto espacial, debido a que en su mayoría, las bases de datos oficiales se encuentran para unidades espaciales como municipios y departamentos, y no por subzonas hidrográficas, las cuales corresponden a la unidad de análisis del Plan, por lo que se llevó a cabo un proceso de espacialización de los diferentes indicadores y datos de todos los temas desarrollados en el capítulo 5. Al final de cada uno de los temas se incluyen las conclusiones relacionadas con dicho tema.

Con relación a la dimensión temporal del análisis, el diagnóstico se llevó a cabo entre el año 2005 y el año 2050. Este período se seleccionó debido a que la mayoría de fuentes oficiales como el Estudio Nacional del Agua o la información del último censo presentan datos del 2005 y 2008. Así mismo, las proyecciones se realizaron hasta el año 2050, teniendo en cuenta el período de alcance del Plan Estratégico y con el fin de tener un amplio panorama.

De otra parte, la valoración económica permitió identificar los principales servicios ambientales asociados al recurso hídrico en la Macrocuena y su valor asociado. El consumo humano, el consumo para el sector agrícola e industrial, la generación de energía, el transporte fluvial, preservación de biodiversidad, entre otros, fueron identificados como los servicios ambientales más importantes y los cuales se deben tener en cuenta para los lineamientos a concertar en las siguientes fases.

Con relación a la estrategia de negociación, la cual se presentó en el Capítulo 2, se estableció un proceso para generar espacios participativos y condiciones de comunicación constante entre la UT

y los actores clave, de tal manera que en las siguientes fases se lleven a cabo las etapas de concertación dentro de los parámetros planteados para el desarrollo del Plan.

Finalmente, en los anexos se encuentran las memorias de los talleres realizados en esta fase de diagnóstico y los cuales sirvieron como instrumento de apoyo para la identificación de variables clave. Así mismo, se encuentra la metodología de cálculo de los diferentes métodos de Valoración Económica y los Estudios de caso que también constituyeron una herramienta para diferentes análisis de diagnóstico.

2.8 GLOSARIO.

Escasez por contaminación: Es la escasez que resulta de la imposibilidad de usar el agua como consecuencia de los vertimientos urbanos, industriales y del sector agrícola; con especial énfasis en la limitación del consumo doméstico.

Escasez por consumo y competencia: Es la escasez que resulta cuando la demanda de agua para consumo humano, industrial, agrícola, etc. supera la oferta, ya sea por limitaciones naturales o por un uso ineficiente del agua.

Escasez por modificaciones estructurales al sistema hidrológico/ecológico: Es la escasez que resulta de impacto de intervenciones tales como represamientos, desviaciones y trasvases, que disminuyen el caudal disponible para diferentes usos (ej. consumo doméstico, industrial, agrícola, navegabilidad, caudal ecológico, etc.).

Escasez por infraestructura: Es la escasez que resulta por la incapacidad de aprovechar fuentes naturales de agua que están disponibles con relativa facilidad (es decir, sin requerir para su acceso megaproyectos de ingeniería con costo prohibitivo), por falta de infraestructura básica de acueducto, conducción, etc.

Huella hídrica verde: El volumen de agua lluvia que se almacena en los estratos superficiales del suelo y eventualmente se transpira por la vegetación o se evapora directamente, sin convertirse en escorrentía.

Huella hídrica azul: se refiere al consumo de los recursos de agua superficial y subterránea a lo largo de la cadena de suministro de un producto. Se refiere al consumo de agua disponible, superficial o subterránea, a causa de una captación para un fin determinado. Las pérdidas se producen cuando el agua se evapora, vuelve a otra área de influencia o en el mar o se incorporan a un producto.

Huella hídrica gris: se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes hasta concentraciones naturales y según las normas de calidad ambiental.

Agua Virtual: el volumen de agua necesario para producir un producto o servicio. En el caso de los productos agrícolas, se mide en m³ por tonelada.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

Convenio 336, UN-DNP NO. (2011). *ESTUDIOS, ANALISIS Y RECOMENDACIONES PARA EL ORDENAMIENTO AMBIENTAL Y EL DESARROLLO TERRITORIAL DE LA MOJANA.*

336, C. U.-D. (2011). *ESTUDIOS, ANALISIS Y RECOMENDACIONES PARA EL ORDENAMIENTO AMBIENTAL Y EL DESARROLLO TERRITORIAL DE LA MOJANA. .*

A menos biodiversidad, más enfermedades infecciosas. (2010). *Nature.*

Africano, P. L. (2002). *PROPUESTA DE PREVENCIÓN Y MANEJO DE LA CONTAMINACIÓN POR MERCURIO EN LA REGIÓN DE LA MOJANA.* Bogotá: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

AGRONET. (s.f.). Recuperado el 2012, de www.agronet.gov.co

AGRONET. (s.f.). Obtenido de <http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/Estad%C3%ADsticas.aspx>

AGRONET. (2011). *Sistema de Estadísticas Agropecuarias - SEA.* Recuperado el 08 de Junio de 2013, de Producción Agrícola por Departamento: <http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/Estad%C3%ADsticas.aspx>

AGRONET. (2012). *Sistema de Estadísticas Agropecuarias - SEA.* Recuperado el 08 de Junio de 2013, de Producción Agrícola por Departamento: <http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/Estad%C3%ADsticas.aspx>

Aguas de Manizales S.A E.S.P. (s.f.). Recuperado el 2013, de <http://www.aguasdemanizales.com.co/AguasdeManizales/LaEmpresa/Nuestrasdependencias/SubgerenciaT%C3%A9cnica/Tratamiento/tabid/894/Default.aspx>

Aguas Kpital Cúcuta S.A E.S.P. (2011). *Plan de Contingencia: Eventos Naturales que afecten la prestación del servicio .*

Alberich, T., Basagoiti, M., Bru, P., & et al. (s.f.). *Manual de Metodologías Participativas.*

Alcaldía de Cúcuta. (2012). *Plan de Ordenamiento Territorial POT.* Cúcuta.

Alcaldía de Santiago de Cali. (2011). *Cali en Cifras 2011.* Santiago de Cali.

Alcaldía de Santiago de Calí. (s.f.). *Cali busca recuperar la vida del río Cauca, con proyecto en la Ptar de Cañaveralejo.* Recuperado el 21 de Febrero de 2013, de 2012: <http://www.cali.gov.co/publicaciones.php?id=46967>

Alcaldía Municipal de Santa Marta. (s.f.). *Plan de Ordenamiento Territorial.* Recuperado el 2013, de <http://www.santamarta-magdalena.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=myxx-1-&m=d>

- Alianza por el agua. (s.f.). *Manual de Depuración de aguas residuales urbanas*. Obtenido de <http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf>
- AMVA. (2012 - 2015). *Plan de Gestión -PURA VIDA- Área Metropolitana Valle de Aburrá*. Medellín: PURA VIDA.
- ANDESCO. (2006). *Aspectos para analizar en las reformas de segunda generación del Regimen de servicios publicos domiciliarios*. Bogotá D.C.
- ANH. (2013). *Agencia Nacional de Hidrocarburos* . Obtenido de Cifras y Estadísticas : <http://www.anh.gov.co/es/index.php?id=8>
- ANH. (25 de Julio de 2013). *Mapa de Tierras*. Recuperado el 08 de 08 de 2013, de <http://www.anh.gov.co/es/index.php?id=1>
- ANH. (s.f.). *Agencia Nacional de Hidrocarburos* . Recuperado el Julio de 2013, de <http://www.anh.gov.co/es/index.php?id=10>
- ANH,ANDI. (2009). *Estudio de demanda y oferta de bienes y servicios del sector hidrocarburos 2009-2010*. Bogotá,Colombia.
- Arcade, J., Godet, M., Meunier, F., & Roubelat, F. (s.f.). *Structural analysis with the MICMAC method & Actors' strategy with MACTOR method*. Recuperado el 2013, de AC/UNU Millennium Project: Futures Research Methodology: <http://www.lampsacus.com/documents/MICMACMETHOD.pdf>
- Asocaña. (2011-2012.). *Informe Anual*.
- ASOCARS. (2012). *TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA CONTRATACIÓN DE UNA PERSONA JURIDICA PARA QUE FORMULE LOS PLANES ESTATEGICOS DE LAS MACROCUENCAS MAGDALENA CAUCA Y CARIBE*. Bogotá.
- ASOCARS. (2012). *TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA CONTRATACIÓN DE UNA PERSONA JURIDICA PARA QUE FORMULE LOS PLANES ESTATEGICOS DE LAS MACROCUENCAS MAGDALENA CAUCA Y CARIBE*. Bogotá.
- Aylward, B., Seely, H., Hartwell, R., & Dengel, J. (2010). *The Economic Value of Water for Agricultural, Domestic and Industrial Uses: A Global Compilation of Economic Studies and Market Prices*.
- Banco de la República . (2012).
- Banco Mundial . (2010). *World Development Indicators* .
- Banco Mundial. (2011). *IDH: Naciones Unidas-Consumo Anual Per Cápita de Electricidad*.
- Banco Mundial. (2012). *PIB per cápita (\$ a precios internacionales actuales)*. Obtenido de <http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.PP.CD>

- BID. (2012). *Misión Gobernanza del Agua "Gestión integrada y adaptativa de recursos hídricos en Colombia", Primer Informe Técnico*. Bogotá: Agencia Presidencial para la Cooperación Internacional, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento nacional de Planeación.
- BMC. (2013). *Bolsa Mercantil de Colombia*. Obtenido de <http://www.bna.com.co/>
- Bordoy, J., Ferrer, T., Garcies, L., Lirola, V., & Molinos, F. (2006). Recuperado el 05 de Julio de 2013, de <http://elclima.esparatodos.es/hadcm3/index.htm>
- Bravo Borda, D. (2011). *Saneamiento de la Cuenca Medio del Río Bogotá - Perspectiva actual*. Bogotá.
- Briscoe, J. (1996). *Water as an Economic Good: The Idea and What It Means in Practice*. Cairo.
- Bureau of Labor Statistics . (2013). *Inflation Calculator*.
- Cai, X., McKinney, D., & Lasdon, L. (2003). Integrated Hydrologic-Agronomic-Economic Model for River Basin Management. *Journal of Water Resources Planning and Management*.
- Candelo, C., Ortiz, G., & Unger, B. (2003). *Hacer Talleres: Una guía práctica para capacitadores*.
- CAR, C. A. (2010). *INFORME DEL RECORRIDO POR EL RÍO BOGOTÁ, PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS EN SU DINÁMICA HIDRÁULICA*. Bogotá.
- Cardona Gallo, M. M. (2007). *Ordenamiento y manejo integral del territorio metropolitano del Valle de Aburrá, con énfasis en el recurso agua*. Medellín.
- CCI. (s.f.). Obtenido de <http://www.cci.org.co/ccinew/index.html>
- Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental, C. (s.f.). *NIVEL DE CONTAMINACION POR METILMERCURIO EN LA REGION DE LA MOJANA*. . Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Universidad de los Andes.
- CEPAL. (29 de 08 de 2012). *CEPAL*. Recuperado el 16 de 02 de 2013, de CEPAL: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/0/47330/OlainvernalColombia2010-2011.pdf>
- CGR. (2010). *Valoración de Costos Ambientales Asociados al Uso del Suelo en el Páramo de Rabanal. Una aplicación del enfoque de la función de daño*.
- Comisión Permanente del Pacífico Sur. (2012). *Valoración Económica de la Reserva Nacional de San Fernando, Perú*. Recuperado el 2013, de <http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/direconom/2012/taller-val-jun/present/peru-2012-resultados-RNSF.pdf>
- CONPES3320. (2005). *Estrategia para el Manejo Ambiental del Río Bogotá*. Bogotá.
- CONPES3320. (2005). *Estrategia para el Manejo Ambiental del Río Bogotá*. Bogotá.

- CORMAGDALENA. (2010). *Empresas Fluviales*. Barrancabermeja.
- CORMAGDALENA. (s.f.). *Datos Estadísticos del Transporte Fluvial en el Río Magdalena*. Obtenido de http://fs03eja1.cormagdalena.com.co/php/cormagdalena/index.php?option=com_content&view=article&id=72&Itemid=146
- CORPOCALDAS. (2011).
- CORPONOR. (2007). *SINTESIS AMBIENTAL DEL NORTE DE SANTANDER*.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR. (2004). *Plan de Ordenación de la Cuenca de los Ríos Ubaté y Suarez POMCA: DIAGNÓSTICO PROSPECTIVA Y FORMULACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LOS RÍOS UBATÉ Y SUÁREZ*. Bogotá, D.C.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR. (2004). *Plan de Ordenación de la Cuenca de los Ríos Ubaté y Suarez POMCA: DIAGNÓSTICO PROSPECTIVA Y FORMULACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LOS RÍOS UBATÉ Y SUÁREZ*. Bogotá.
- CRC. (s.f.). *PLAN DE ORDENAMIENTO Y MANEJO DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA DE LOS RÍOS SAMBINGO-HATO VIEJO*. Obtenido de <http://www.crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POMCH/Rio%20Sambingo-Hatoviejo/Zonificacion%20Ambiental.pdf>
- CREG. (22 de diciembre de 2011). *Resolución 184*.
- Cruz, F., & Rivera, S. (2004). *VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO, CUENCA DEL RÍO CALAN, HONDURAS*. Recuperado el 2012, de <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0958-A2.HTM>
- Cruz, M., Uribe, E., & Coronado, H. (2003). *El valor de la productividad marginal del agua en la industria manufacturera colombiana*.
- Cruz, M., Uribe, E., & Coronado, H. (2003). *El valor de la productividad marginal del agua en la industria manufacturera colombiana*. Bogotá.
- DANE. (s.f.). Obtenido de <http://www.dane.gov.co/>
- DANE. (s.f.). Obtenido de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/Sima/solidos_suspension.pdf
- DANE. (s.f.). Obtenido de <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/series-de-poblacion>
- DANE. (2005). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Obtenido de Censo 2005: <http://www.dane.gov.co/>

- DANE. (2007). *Encuesta Anual Manufacturera*. Bogotá.
- DANE. (2011). *Matriz de empleo en la base 2005 de las cuentas nacionales*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- DANE. (2011). *Registro único de damnificados por la emergencia invernal*. Recuperado el 2013, de http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=1059&Itemid=169
- DANE. (2012).
- DANE. (2012). *Encuesta Nacional Agropecuaria*. Bogotá.
- DANE. (2013). *Resultados de las cuentas nacionales anuales años 2010 y 2011(provisional)*.
- DANE. (s.f.). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Recuperado el Febrero de 2013, de http://www.dane.gov.co/#twoj_fragment1-4
- DANE. (s.f.). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Obtenido de http://www.dane.gov.co/#twoj_fragment1-4
- Dauder, S. G., & Bilbao, R. D. (2003). *INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE LA NEGOCIACIÓN*. Universidad Rey Juan Carlos Servicio de Publicaciones.
- DIAGNÓSTICO SOBRE CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO*. (2006). Recuperado el 2013, de http://www.defensoria.org.co/red/anexos/pdf/02/informe_123.pdf
- DNP. (2000). *Plan de Ordenamiento Territorial Municipio de Santiago de Cali*.
- DNP. (2010). *Plan Nacional de Desarrollo 2010 - 2014*. Bogotá.
- DNP. (2012). *Plan integral de ordenamiento ambiental y desarrollo territorial de la región de La Mojana*.
- DNP. (s.f.). *Departamento nacional de Planeación*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/>
- DNP, D. N. (2009). *PROGRAMA PARA EL SANEAMIENTO, MANEJO Y RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CAUCA*.
- DNP; BID; MADS. (s.f.). *Misión Gobernanza del Agua*.
- Donado, D. (s.f.). *Hidráulica de Pozos*. Obtenido de http://www.docentes.unal.edu.co/lldonadog/docs/Presentations/Donado_1999b.pdf
- E.S.P, E. (2006). *Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado*. Bogotá.
- EAAB. (2013). *ONU Certifica labor ambiental del Acueducto de Bogotá* . Recuperado el FEBRERO de 2013, de http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal/!ut/p/c5/hY7LDolwEEW_hs-

YofQBS1QEEqBqo1I2pDEEMTxcGBP-
XogbN8jM8tx7ZqCAaXvzbmrzaobetJBDwUvXVqkSEUEpyA5jPwhc7tANPdGJa15uQz-
ilkGU5IJIMqaOeFYOxs5K-zrf-
OmEbO9hLJmXyDS0EdmX__PPHbFGR8iioavgvGLRHuQcNBRI8Vthg26r2txGeHY5

EAAB E.S.P. (2007). *Estados Financieros por los periodos terminados el 31 de diciembre de 2007 y el 31 de diciembre de 2006*. Bogotá.

EAAB E.S.P. (2013). *Trabajos de Rehabilitación de la Línea Tibitoc - Casablanca*. Recuperado el Febrero de 2013, de http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gLw2DfYHMPiWn_cyMXA09HV1cLM2MTJz8fc6B8pFm8s7ujh4m5j4GBv1GYgYGRn2lwoEFosLGBpzEB3eEg-_DrB8kb4ACOBhB57DZ4OTma6ft55Oem6hfkRhhkBqQrAgD9BUus/dl3/d3/L0IDU0IKSWdra0EhIS9JTIBQUlp

EAAB, E. (2010). *Plan de reducción de riesgos en el servicio de Acueducto*.

EAAB, E. (2010). *Plan de reducción de riesgos en el servicio de Acueducto*. Bogotá.

Earth Economics. (2010). *Flood Protection and Ecosystem Services in the Chehalis River Basin*.

Eckstein, O. (1958). *Water-Resource Development: The Economics of Project Evaluation*.

ECOPETROL. (Diciembre de 2012). *Carta Petrolera: Vertimiento cero*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2013, de http://www.ecopetrol.com.co/especiales/carta_petrolera125/produccion.htm

EIDENAR. (2010). Incidencia deL Embalse de Salvajina Sobre el Régimen de Caudales del Río Cauca en su valle alto. *Revista EIDENAR*.

EMCALI. (2012). *Solicitud a problemas de agua para Cali, un proyecto de largo plazo*. Recuperado el 20 de Febrero de 2013, de http://www.emcali.com.co/informate/-/asset_publisher/6ovX/content/emcali-estructura-proyecto-de-factibilidad?redirect=http%3a%2f%2fwww.emcali.com.co%2finformate%3fp_p_id%3d101_INSTANCE_6ovX%26p_p_lifecycle%3d0%26p_p_state%3dnormal%26p_p_mode%3dview%26p_p_

EPM, E. (2010). *Sistema de Acueducto de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P.* Medellín.

EPM, E. (2013). *Boletín Informativo: EPM reporta normalidad en el suministro de agua*. Medellín.

Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. Santiago de Chile: CEPAL.

FAO. (1997). Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos. En FAO, *Riego y drenaje*.

- Fedegan. (2006). *El cálculo de los costos de producción*. Bogotá.
- FEDEGAN. (2006). *Precios de Ganado Bovino 2006*. Bogotá.
- FEDEGAN. (2013). *Federación Colombiana de Ganaderos*. Obtenido de http://portal.fedegan.org.co/portal/page?_pageid=93,1&_dad=portal&_schema=PORTAL
- FENAVI. (2013). *Comportamiento de precios*. Bogotá.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). (2004). *Economic Valuation of Water resources in agriculture*. Recuperado el 2013, de <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/wr27e.pdf>
- Forbes Magazine. (15 de 06 de 2012). ENERGY.
- Gardner, L. R. (2009). Assessing the effect of climate change on mean annual runoff. *Journal of Hydrology*, 315-359.
- Garrido, A., Palacios, E., & Calatrava, J. (2004). *La importancia del valor, costo y precio de los recursos hídricos en su gestión*.
- Gerencia Metropolitana de Aguas, E. (2011). *Plan de Saneamiento del Río Medellín y quebradas afluentes*. Medellín.
- Gibbons, D. (1986). *The Economic Value of Water*. Washington D.C.: Resources for the Future, Inc.
- Gobernación de Norte de Santander. (2009). *Proyecto de Aprovechamiento de Uso Múltiple del río Zulia "Cínera"*. San Jose de Cúcuta.
- Gobernación del Huila. (2007). *Informe de la cadena piscícola del Huila*. Bogotá.
- Gobernación del Valle del Cauca. (01 de 07 de 2013). *Gobernación del Valle del Cauca*. Recuperado el 03 de 08 de 2013, de Gobernación del Valle del Cauca: <http://www.valledelcauca.gov.co/agricultura/publicaciones.php?id=966>
- Gómez-Limón, J., & Barreiro-Hurlé, J. (2012). Valoración económica de las técnicas sostenibles de manejo del suelo en el olivar andaluz. *Cuadernos de Economía*.
- Google Earth. (s.f.). Obtenido de earth.google.com/
- Gracia, L., Marrugo, J. L., & Alvis, E. M. (2009). *Contaminación por mercurio en humanos y peces en el municipio de Ayapel*. Cordoba.
- Grupo Bancolombia. (2013). *Informes Económicos*. Obtenido de <http://investigaciones.bancolombia.com/InvEconomicas/home/homeinfo.aspx>
- Heinz, J., & Tol, R. (1996). *Secondary benefit of climate control policy: Implications for the global environment facility*. Insitut for Environmental Studies. Vrije Universiteit.

- Hellegers, P., & Davidson, B. (2010). *Determining the disaggregated economic value of irrigation water in the Musi sub-basin in india.*
- Hoz, J. V. (2003). *La ganadería bovina en las llanuras de ICaribe Colombiano.* Cartagena de Indias: Centro de estudios económicos regionales Banco de la República Cartagena de Indias.
- I. Humboldt. (2013).
- IDEAM. (2010).
- IDEAM. (2010). *Cuánta agua nos queda, la oferta hídrica. Subdirección de Hidrología.*
- IDEAM. (2010). *Estudio Nacional de Agua.* Bogotá: IDEAM.
- IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua.*
- IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua.* Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.* Bogotá, D.C.
- IDEAM. (2010). *Estudio Nacional del Agua. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.* Bogotá D.C.
- IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000.* Recuperado el 24 de Julio de 2013, de https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/021759/Leyenda_%20NaI_Cob_Tierra_Contentido.pdf
- IDEAM. (2011). *Datos de estaciones, Cormagdalena-UNAL.*
- IGAC. (s.f.). Obtenido de <http://www.igac.gov.co/igac>
- INGEOMINAS. (2002). Obtenido de <http://www.ingeminas.gov.co/>
- INGETEC. (2012). *Fuentes de agua para el futuro abastecimiento de la ciudad de Cali - año 2025.* Recuperado el 20 de Febrero de 2013, de <http://www.ingetec.com.co/experiencia/textos-proyectos/acueductos-alcantarillados/cali.htm>
- Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico. (2013). *Plan Estratégico de la Macrocuenca Pacífico.*
- IntegralS.A. (2010). *Evaluación del potencial hidroeléctrico del río Cauca en su curso intermedio: Proyectos Xarrapa (330 MW), Farallones (2.120 MW), Cañafisto (1.600 MW), Ituango (3.860 MW) y Apaví (1920 MW). Estudios de identificación y prefactibilidad desarrollados para IS.*
- INVERMAR. (2008). *Diagnóstico de la erosión en la zona costera del Caribe colombiano.* Recuperado el 23 de Julio de 2013, de <http://www.invermar.org.co/noticias.jsp?id=3437&pagina=2>

- IPCC. (2000). *Escenarios de emisiones*. Recuperado el 05 de Julio de 2013, de <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-sp.pdf>
- Jaime Rueda, H. (2007). *Identificación de los Impactos Ambientales producidos por la contaminación hídrica en Colombia y realizar una valoración económica del daño ambiental y socioeconómico producido por la contaminación hídrica*. Bogotá, D.C.
- Jaime, H. (2007). *Identificación de Impactos Ambientales producidos por la contaminación hídrica en Colombia y realizar una valoración económica del daño ambiental y socioeconómico producido por la contaminación hídrica*. Bogotá, D.C.
- Jaramillo, C., & Gálvez, J. (2008). *Investigación y propuesta al desarrollo de soluciones del sector porcícola al problema ambiental y territorial*. Bogotá.
- Kelly, H. (1966). *A classroom study of the dilemmas in interpersonal negotiations*, en K. Archibald, *Strategic*.
- Kennedy, G., Benson, J., & McMillan, J. (1986). *Cómo negociar con éxito*.
- Landero, M. (2008). *Técnicas básicas de Moderación*.
- Lax, D., & Sebenius, J. (1992). *The Manager as Negotiator: The Negotiator's Dilemma: Creating and Claiming Value*. En S. Goldberg, F. Sander, & N. Rogers, *Dispute Resolution* (págs. 46-92). Boston: Little Brown and Co.
- Lewicki, R., Saunders, D., & Minton, J. (1999). *Negotiation, Readings, Exercises, and cases*. Boston: McGraw Hill-Irwin.
- Lince Prada, M. F., Elejade López, H. D., & Echeverry Mora, D. (2010). *Atlas Área Metropolitana del Valle de Aburrá*. Medellín - Antioquia.
- López Avendaño, R. (2005). *PROPUESTA PARA UN ESQUEMA DE CÁNONES PARA EL APROVECHAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO EN NICARAGUA*.
- López, O. L. (2012). *Análisis de Vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales: http://www.bdigital.unal.edu.co/6100/3/8109507.2012_Parte1.pdf
- MADS. (2010). *Observatorio Ambiental de Bogotá*. Recuperado el 7 de Marzo de 2012, de Metodología General para la Presetación de Estudios Ambientales: http://oab.ambientebogota.gov.co/resultado_busquedas.php?AA_SL_Session=8cf97c692b&x=4896
- MADS;. (2012). *MISIÓN GOBERNANZA AGUA: "GESTIÓN INTEGRADA Y ADAPTATIVA DE RECURSOS HÍDRICOS EN COLOMBIA"*.
- MADVT. (2009). *Política Nacional para la Gestión Integral del recurso Hídrico*. Bogotá D.C.

- Mancera, N., & Álvarez, R. (2006). Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuícolas de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 11(1), 3-23.
- Marrugo, J., Benitez, L., & Olivero, J. (2008). Distribution of Mercury in Several Environmental Compartments. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*(55), 305-316.
- Marrugo-Negrete. (2008). *Total mercury and methylmercury concentrations in fish from the Mojana region of Colombia*. *Environ Geochem Health*.
- Marrugo-Negrete et al. (2008). *Distribution of Mercury in Several Environmental Compartments in an Aquatic Ecosystem Impacted by Gold Mining in Northern Colombia*. *Arch Environ Contam Toxicol* 55:305-316.
- Martínez, F. (2008). *DISPONIBILIDAD A PAGAR POR EL FLUJO DE BIENES Y SERVICIOS ECOSISTEMICOS DERIVADOS DEL HUMEDAL DE CORDOBA*.
- Merayo, O. (1999). *Valoración económica del agua potable en la cuenca del río En Medio Santa Cruz, Guancaste, Costa Rica*. Recuperado el 2012, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0188E/A0188E.PDF>
- METROAGUA. (s.f.). *Emisario Submarino*. Recuperado el Febrero de 2013, de http://www.metroagua.com.co/Sistema_Noticias/noticias.php?codn=30
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (26 de Noviembre de 2010). *Distritos de Riego en Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2011-2012). *Agenda Nacional de Pesca y Acuicultura*. Recuperado el 2013, de http://www.minagricultura.gov.co/archivos/agenda_nal_investigacion_pesca_acuicultura.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. (s.f.). Recuperado el 2013, de <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?conID=5882&catID=278>
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – Gobierno de Guatemala . (s.f.). Recuperado el 21 de Febrero de Febrero de 2013, de http://www.marn.gob.gt/documentos/guias/Guia_Microcuenca/anexos/anexo_08_metodologia_metaplan.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2009). *Metodología de Zonificación Ambiental de Cuencas Hidrográficas (Propuesta)*. .
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (agosto de 2011). *PROGRAMAS DE PRIORIZACIÓN, COORDINACIÓN Y ARTICULACIÓN DE PLANES DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE CUENCAS DE ORDENACIÓN HIDROGRÁFICAS A NIVEL DE SUBÁREA HIDROGRÁFICA*.

Recuperado el mayo de 2013, de http://www.minambiente.gov.co/documentos/DocumentosBiodiversidad/recurso_hidrico/170811_pres_estructura_planificacion_01.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Ecosistemas -Grupo de Recurso Hídrico. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. .

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Mayo de 2012). *Evaluación Integral: Informe de Gestión de las Corporaciones Autónomas Regionales. Segundo semestre de 2011*. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Minas y Energía. (2010). *El sector minero Colombiano: Fuente de Oportunidades*. Recuperado el 04 de 09 de 2013, de <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosEventos/6556.pdf>

Ministerio de Transporte. (2005). *Caracterización del transporte en Colombia: Diagnóstico y proyectos de transporte e infraestructura*.

Ministerio de Transporte. (2010). *Transporte en cifras* .

Ministerio de Transporte. (2012). *Transporte en Cifras*. Bogotá.

Ministerio de Transporte. (s.f.). *Direcciones Territoriales e Inspecciones Fluviales*. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones.php?id=209>

Ministerio del Medio Ambiente; Departamento Nacional de Planeación; Instituto Alexander Von Humboldt . (1995). *POLITICA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD*.

Ministerio de Transporte. (2009). *Anuario Estadístico Fluvial*. Bogotá.

Mintegui, J. M., & Robredo, J. (1994). Caracterización de las Cuencas Hidrográficas, objeto de restauración Hidrológico- Forestal, mediante modelos hidrológicos. *Ingeniería del Agua*.

Montenegro, A. (1994). Tecnologías de generación en el contexto de la reforma sectorial. *Revista Planeación & Desarrollo, Volumen XXV*.

Montoya Serna, C. M., & Campillo Londoño, A. M. (2012). *Plan de Gestión 2012-2015 Área Metropolitana de Aburrá*. Medellín.

Morales Rivas, M., Otero García, J., Van der Hammen, T., Torres Perdigón, A., Cadena Vargas, C. E., Pedraza Peñalosa, C. A., y otros. (2007). *Atlas de páramos de Colombia*. Bogotá, D. C., Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos.

Morelco. (2010). *PTAR Cañaveralejo*. Recuperado el 20 de Febrero de 2013, de <http://www.morelco-sa.com/es/proyectos/ptar-canaveralejo.html>

Municipal, D. A. (2000). *PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. Santiago de Cali.

- Oliveiro, J. (2005). *EL LADO GRIS DE LA MINERÍA DEL ORO: LA CONTAMINACIÓN CON MERCURIO EN EL NORTE DE COLOMBIA*.
- Olivero, J., & Johnson, B. (2002). *El lado gris de la minería de oro: La contaminación con mercurio en el norte de Colombia*. Cartagena: Universidad de Cartagena.
- Olivero, J., Johnson, B., Mendoza, C., Paz, R., & Olivero, R. (2004). Mercury in the aquatic environment of the village of caimito at the mojana region, north of Colombia. *Water, Air and Soil Pollution*(159), 409-420.
- Organización de los Estados Americanos. (2007). *Valoración económica de las cuencas hidrográficas: Una herramienta para el mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos*. Ciudad de Guatemala.
- Organización de Naciones Unidas Para la Agricultura. (2010). *The Economic Value of Water for Agricultural, Domestic and Industrial Uses: A Global Compilation of Economic Studies and Market Prices*.
- Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Diversidad Biológica*. Recuperado el 2013, de <http://www.who.int/globalchange/ecosystems/biodiversity/es/index.html>
- Ortega, L. (2006). *Los instrumentos económicos en la gestión del agua. El caso de Costa Rica*.
- Parques Nacionales Naturales*. (s.f.). Obtenido de <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/php/decide.php?patron=01>.
- Pérez Preciado, A. (2010). *El problema del Río Bogotá*. Bogotá.
- Pérez Preciado, A. (2010). *El problema del Río Bogotá*. Bogotá.
- Pérez, B., & Rivas, E. (2008). *Diseño de una metodología para determinar el costo real de producción semanal de la gallina HY Line Brown en la etapa de cría y levante*. Sincelejo.
- PISPESCA. (2008). *Sistema de Información de Pesca y Agricultura*. Bogotá.
- Plan de Acción para el Páramo de Rabanal 2005-2010. ((s.f.)). Obtenido de : Recuperado el 1 de noviembre de 2009, de http://co.chm-cbd.net/servicios/jsp/buscador/documentos/Plan_Accion_Rabanal.pdf
- (2010). *Plan de reducción de riesgos en el servicio de Acueducto*.
- PORCICOL. (2013). *Boletín Semanal de precios*. Bogotá.
- R, C. (2000). *Estimación de los beneficios económicos derivados de la política de conservación del recurso hídrico en el Parque nacional Chingaza*.

- Ramirez, J., & Jarvis, A. (2008). *Disaggregation of Global Circulation Model Outputs*. Recuperado el Mayo de 2013, de <http://www.ccafs-climate.org/data/>
- Ramos, C., Estévez, S., & Giraldo, E. (2000). *Nivel de contaminación por metilmercurio en la región de la Mojana*. Bogotá: Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental-Universidad de los Andes.
- RAS. (2000). *REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS*. Bogotá.
- referencia, A. (s.f.). *Agregar referencia*.
- Requeijo, J., & Iranzo, J. (2006). *Indicadores de estructura económica*. Delta Publicaciones Universitarias.
- Reuters. (2013). *Reuters Datastream y World Gold Council*. Obtenido de <http://www.reuters.com/finance/commodities/metals>
- S.A, I. (2012). *Fuentes de agua para el futuro abastecimiento de la ciudad de Cali - año 2025*. Recuperado el 20 de Febrero de 2013, de <http://www.ingetec.com.co/experiencia/textos-proyectos/acueductos-alcantarillados/cali.htm>
- S.U.I., S. U. (2007).
- S.U.I., S. U. (2008).
- Sala de Situación Humanitaria. (2013). *Declaran alerta amarilla en Manizales por incremento de lluvias*.
- Salazar Bermúdez, V. R. (2009). *Protocolo para la Implementación de Proyectos de Pagos por Servicios Ambientales PSA en los Parques Nacionales Naturales de Colombia*.
- Sanchez, D., & Cañor, J. (2010). Análisis documental del efecto de vertimientos domésticos y mineros en la calidad del agua del río condoto (Choco, Colombia). *Gestión y Ambiente*, 13(3), 115-130.
- Sánchez, M. (2005). Índice Biológico BMWP. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*.
- Semana.com. (30 de octubre de 2011). *La guerra por el Agua*. Recuperado el 2013, de SEMANA.COM: <http://www.semana.com/nacion/articulo/la-guerra-agua/248530-3>
- SENA. (2006). *Caracterización Transporte Acuático*. Bogotá.
- SIG, D. T. (2011). *INCODER, SUBGERENCIA DE PLANIFICACIÓN E INFORMACIÓN*. .
- SIG-OT. (2008). Recuperado el 2011, de <http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/>

- SIGOT. (2010). *Sistema de Información Geográfica para la planeación y el ordenamiento Territorial*. Ministerio de Agricultura.
- SIG-OT, S. d. (2007).
- SIMCO. (2013). *Sistema de Información Minero Colombiano*. Obtenido de <http://www.simco.gov.co/>
- SIMCO. (s.f.). *Sistema de Información Minero Colombiano*. Recuperado el Julio de 2013, de <http://www.simco.gov.co/simco/Estad%C3%ADsticas/LasRegaliasenColombia/tabid/123/Default.aspx>
- Sistema Único de Información de Servicios Públicos* . (s.f.). Recuperado el 2012, de <http://www.sui.gov.co/SUIAuth/portada.jsp?servicioPortada=1>
- Sistema Único de Información de Servicios Públicos -SUI-*. (s.f.). Recuperado el 2013, de <http://www.sui.gov.co/SUIAuth/portada.jsp?servicioPortada=2>
- Superservicios.gov.co*. (s.f.). Recuperado el 2013, de basedoc.superservicios.gov.co/.../ServletControl;...
- Tapia, C. (2008). *Plan Participativo de Manejo y Conservación del macizo del Páramo de Rabanal*. Bogota Colombia: Proyecto Páramo Andino.
- The World Bank. (2013). *World Bank Commodity Price Data*. Obtenido de <http://data.worldbank.org/data-catalog/commodity-price-data>
- Torres, J., Camacho, L., & Rodríguez, E. (s.f.). *Marco de modelación de organismos patógenos en ríos de montaña*. Obtenido de http://www.ing.unal.edu.co/gireh/docs/pr_rios/docs/Jairo%20Torres.pdf
- UK Climate Projections. (2012). *Online Marine & coastal projections* . Recuperado el 05 de Julio de 2013, de <http://ukclimateprojections.defra.gov.uk/22813>
- Universidad de la Salle. (2006). *ESTRUCTURACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED HIDROMETEOROLÓGICA PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PAMPLONITA, ZULIA, ALGODONAL Y TÁCHIRA, EN EL DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER*. Bogotá.
- Universidad de los Andes. (2002). *Usos y estándares de calidad del rio Bogotá. Estudio de la Universidad de los Andes, contratado por la EAAB*.
- UPME. (2008). *Estimación de la producción minera colombiana por distritos, basada en las proyecciones de PIB minero latinoamericano 2008-2019*. Bogotá, Colombia.
- UPME. (2010). *Plan de Expansión de referencia Generación - transmisión 2011-2025*. Bogotá : Unidad de Planeación Minero Energética.

- UPME. (2011-2015). *Plan de Expansión de referencia. Generación y Transmisión*.
- UPME. (2012). *Escenarios de Oferta y Demanda de Hidrocarburos en Colombia*. Bogotá, Colombia.
- UPME. (2013). *SIMCO-Producción de oro por municipio anual*. Recuperado el 03 de 09 de 2013, de <http://www.simco.gov.co/simco/Estad%C3%ADsticas/Producci%C3%B3n/tabid/121/Default.aspx>
- Uribe, E., Coronado, H., Domínguez, C., & Medina, P. (2005). *Análisis de la evolución de los Servicios Públicos Domiciliarios durante la última década*. Bogotá D.C: Centro de Estudios sobre el Desarrollo Económico - Universidad de los Andes.
- Uribe, E., Carriazo, F., Mendieta, J. C., & Jaime, H. (2003). *Introducción a la Valoración Económica Ambiental y Estudios de Caso*. Bogotá: Ediciones UNIANDES, EAAB.
- Uribe, E., Cruz, G., Coronado, H., García, J., Panayotou, T., & Faris, R. (2001). *LA GESTION AMBIENTAL Y COMPETITIVIDAD DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA*. Bogotá.
- Uribe, E., Mendieta, J. C., Jaime, H., & Carriazo, F. (2003). *Introducción a la Valoración Ambiental y Estudios de Caso*. Bogotá.
- Vanguardia Liberal*. (s.f.). Recuperado el 2013, de <http://www.vanguardia.com/actualidad/colombia/134546-manizales-sigue-en-emergencia-por-falta-de-agua>
- Vásquez, J. C. (05 de 2012). *Personería de Manizales: Informes de trabajo de campo- Investigación con Comunidades en Temas de Ciudad*. Obtenido de http://www.personeriademanzales.gov.co/personeria/administracion/archivo/files/P_GU RU05DE2012GUACAICA2.pdf
- Wang, H., & Lall, S. (1998). *Valuing Water for Chinese Industries: A Marginal Productivity Assessment*.
- Windevoxhel, N. (1992). *Valoración económica parcial de los manglares de la Región II de Nicaragua*.
- World Bank. (2005). *Notes on the Economic Evaluation of Transport Projects*. Washington D.C.: Transport Note N° TRN-15.
- WWF. (2012). *Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas*. Recuperado el 2013, de http://www.wwf.org.mx/wwfmex/imgs/cuencas/modelo_cuencas.gif
- WWF. (2012). *Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas*. Recuperado el 2013, de http://www.wwf.org.mx/wwfmex/prog_cuencas.php
- WWF. (2012). *Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica*.
- WWF Colombia -Fondo Mundial para la Naturaleza. (2003). Cali- Colombia.

Yaguache, R., & Carrion, R. (2004). Recuperado el 2012, de Construyendo una experiencia de desarrollo “El manejo de recursos naturales en Pimampiro” Ecuador: <http://www.infoaguayllabamba.ec/sirhcg/images/stories/documentos/12%20Sistema%20Tarifario.pdf>

Young, R. (2005). *Determining the Economic Value of Water: Concepts and Methods*.

Young, R., & Gray, S. (1972). *Valuing Water for Inland Waterways Navigation*.

Zona Franca Andina. (s.f.). Recuperado el 2013, de <http://www.zonafrancaandina.com/images/mp.png>

2.10 ANEXO 1. MEMORIAS DE TALLERES

MEMORIAS DE LA PRIMERA RONDA DE TALLERES FASE DIAGNÓSTICO: ALTO MAGDALENA- BOGOTÁ, 8 DE MAYO DE 2013

1. Primer Momento: Sensibilización y Aprestamiento.

En este momento el facilitador del taller desarrolla una dinámica rompehielos, además:

- Indaga sobre las instituciones presentes.
- Informa sobre los propósitos del taller y sobre la contextualización del taller en el proceso de formulación de los Planes Estratégicos.
- Da una idea de los momentos siguientes (Presentación ministerio, variables claves, análisis diagnóstico)

ENTIDADES	ENTIDADES	OBJETIVOS DEL TALLER	AGENDA DEL TALLER
<ul style="list-style-type: none"> ➤ ACOLGEN ➤ Acueducto Metropolitano de Bucaramanga ➤ Agencia Nacional de Minería ➤ ANDESCO ➤ ASOCARS ➤ CAEM ➤ CAM ➤ CELSIA S.A ESP ➤ CORMAGDALENA ➤ CORPOBOYACA ➤ CORPOCHIVOR BOYACÁ ➤ CORPOGUAVIO ➤ CORTOLIMA ➤ CRA ➤ DNP ➤ EAAB ➤ EConcept ➤ EDAT 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Embajada de Holanda ➤ EMGESA ➤ EPM ➤ Fundación NATURA ➤ Holland Water House ➤ ISAGEN ➤ Ministerio de Ambiente Recurso Hídrico ➤ Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible ➤ Ministerio de Cultura ➤ Optim Consult S.A.S ➤ Parques Nacionales Naturales ➤ Secretaría Distrital de Ambiente ➤ Superservicios ➤ The Nature Conservancy ➤ Valoración Económica Ambiental S.A.S 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar variables relevantes en el desarrollo de la zona hidrográfica ➤ Vinculación y participación de actores clave en el proyecto ➤ Análisis del diagnóstico de Plan Estratégico ➤ Planificar y desarrollar talleres y reuniones con expertos y con actores clave de la Macrocuenca, acerca de su evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales, acerca de la capacidad de asimilación de la Macrocuenca para soportar dicho desarrollo, y del alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma. ➤ Validación de “variables clave”. 	<p style="text-align: center;">Ruta Crítica</p> <p>Primer Momento: Sensibilización y Aprestamiento.</p> <p>Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.</p> <p>Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.</p> <p>Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.</p>

2. Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.

El representante del ministerio desarrolla una presentación sobre el contexto institucional y normativo. El facilitador desarrolla un ejercicio ordenado para determinar cuáles son las expectativas de los asistentes acerca de los planes estratégicos y como deberían ser los lineamientos de dichos planes.

EXPECTATIVAS	LINEAMIENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Integral del Recurso Hídrico de la cuenca. ➤ Conservación. ➤ Deslindar de las zonas de río, quebradas y ciénagas. ➤ Instrumentos participativos para la conservación del agua. Caracterización de la cuenca. ➤ Diagnóstico del uso de las orillas. ➤ Sistema Río – Caño- Ciénagas. ➤ Incorporación de los recursos hídricos y sus actividades en los Planes de Administración del Gestión del Riesgo. ➤ Definición de caudal ambiental. ➤ Muchos datos y poca influencia de la comunidad. ➤ No se evidenció el proceso de participación social. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Competencias institucionales. ➤ Relación marítimo –fluvial. ➤ Incluir actores de la cuenca baja. ➤ Incluir análisis de orillas. ➤ Incorporar el calado de los ríos. ➤ Cobertura de manglares. ➤ Inclusión de todos los usuarios de la cuenca. ➤ Caracterización de la cuenca. ➤ Articular desarrollo y sostenibilidad. <p>Desarrollo de sistema de soporte a la toma de decisiones</p>

3. Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.

Integrantes del equipo consultor presentan de manera breve el contexto geográfico para el cual se desarrollará el ejercicio y las dimensiones geográficas en dicho contexto (Szh, Deptos, municipios, etc.). El facilitador desarrolla el ejercicio con técnicas visuales para identificar y clasificar los temas o factores claves.

- Afectación componente social por explotación minera
- Afectación componentes bióticos.
- Aprovechamiento del recurso hídrico
- Aprovechamiento racional de recursos con políticas de desarrollo sostenible
- Área restaurada
- Articulación de actores
- Articulación de instrumentos de planificación
- Calidad del agua
- Calidad del recurso hídrico
- Cambio climático y adaptación
- Cambio del curso de las aguas de la cuenca por explotación minera
- Caudal
- Caudal ecológico
- Conectividad red hídrica
- Conflictos por el uso del agua
- Conservación
- Conservación cobertura vegetal
- Conservación ecosistemas estratégicos
- Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas
- Contaminación
- Control de erosión
- Coordinación interinstitucional
- Declaración y manejo de las áreas protegidas del SINAP
- Definición de criterios de sostenibilidad y uso responsable de los sistemas ecológicos
- Delimitación rondas hídricas en ciudades y centros poblados
- Demanda de recurso hídrico
- Disponibilidad del recurso hídrico
- Distritos de riego (alto consumo de agua)
- Ecoturismo
- Educación ambiental
- Especies invasoras
- Evaluación ambiental estratégica
- Explotación de agua subterránea
- Gestión del riesgo
- Gobernanza del agua
- Identificación de los usos del recurso hídrico
- Índice de escasez
- Influencia de grupos armados
- La explotación del material de arrastre sin planeamiento minero
- Mal aprovechamiento del recurso minero provocando socavamiento lateral del río
- Metodología tarifaria
- Mitigación al cambio climático
- Navegabilidad
- Oferta del recurso hídrico
- Ordenación del territorio
- Pagos por servicios ambientales
- Patrones de asentamiento
- Potencial energético
- Potencial hidroeléctrico
- Protección de la cantidad y calidad del recurso hídrico
- Reglamentación del recurso hídrico
- Responsabilidad en el otorgamiento de títulos mineros
- Riesgo de inundación
- Saneamiento básico
- Sedimentación
- Sequía por deforestación
- Sistemas culturales asociados al recurso hídrico
- Sistemas para la toma de decisiones
- Superposición de proyectos
- Tendencias demográficas
- Títulos mineros
- Transporte fluvial
- Uso de recursos hidrobiológicos
- Usos del suelo
- Vulnerabilidad al cambio climático

3. Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.

Integrantes del equipo consultor presentan de manera breve el contexto geográfico para el cual se desarrollará el ejercicio y las dimensiones geográficas en dicho contexto (subzonas hidrográficas, Departamentos, municipios, etc.). El facilitador desarrolla el ejercicio con técnicas visuales para identificar y clasificar los temas o factores claves.

CALIDAD DEL AGUA	CONSERVACIÓN	GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO	OFERTA
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Calidad del agua ➤ Calidad del recurso hídrico ➤ Contaminación ➤ Saneamiento básico ➤ Sedimentación 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Afectación componentes bióticos. ➤ Área restaurada ➤ Conectividad red hídrica ➤ Conservación ➤ Conservación cobertura vegetal ➤ Conservación ecosistemas estratégicos ➤ Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas ➤ Declaración y manejo de las áreas protegidas del SINAP ➤ Definición de criterios de sostenibilidad y uso responsable de los sistemas ecológicos ➤ Especies invasoras ➤ Ordenación del territorio 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cambio climático y adaptación ➤ Control de erosión ➤ Gestión del riesgo ➤ Mitigación al cambio climático ➤ Riesgo de inundación ➤ Sequía por deforestación ➤ Vulnerabilidad al cambio climático 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Caudal ➤ Caudal ecológico ➤ Disponibilidad del recurso hídrico ➤ Índice de escasez ➤ Oferta del recurso hídrico

3. Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.

Integrantes del equipo consultor presentan de manera breve el contexto geográfico para el cual se desarrollará el ejercicio y las dimensiones geográficas en dicho contexto (subzonas hidrográficas, Departamentos, municipios, etc.). El facilitador desarrolla el ejercicio con técnicas visuales para identificar y clasificar los temas o factores claves.

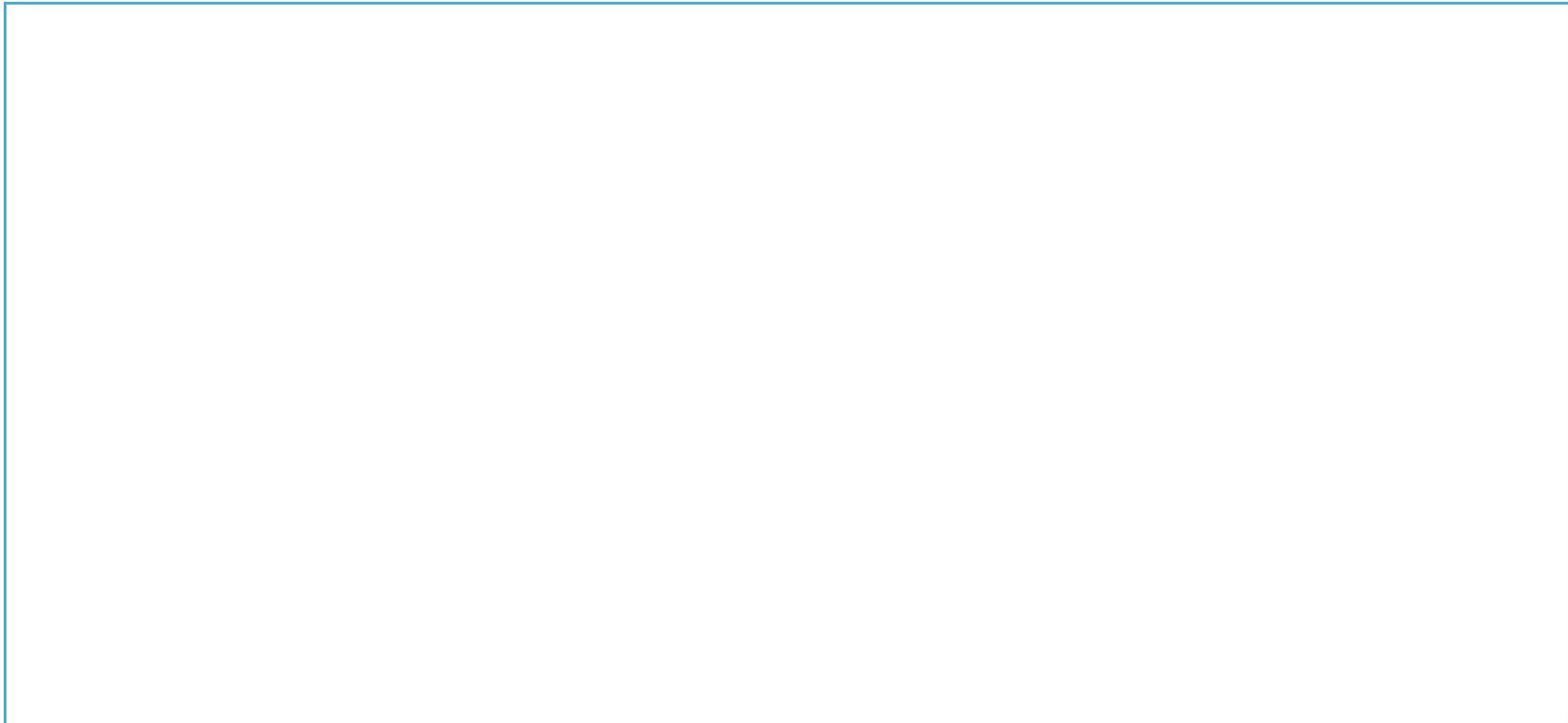
POLÍTICAS PÚBLICAS	TENSIONES Y CONFLICTOS	USOS DE RECURSOS NATURALES
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprovechamiento racional de recursos con políticas de desarrollo sostenible ➤ Articulación de actores ➤ Articulación de instrumentos de planificación ➤ Coordinación interinstitucional ➤ Delimitación rondas hídricas en ciudades y centros poblados ➤ Ecoturismo ➤ Educación ambiental ➤ Gobernanza del agua ➤ Metodología tarifaria ➤ Protección de la cantidad y calidad del recurso hídrico ➤ Reglamentación del recurso hídrico ➤ Responsabilidad en el otorgamiento de títulos mineros ➤ Sistemas para la toma de decisiones ➤ Títulos mineros ➤ 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Afectación componente social por explotación minera ➤ Cambio del curso de las aguas de la cuenca por explotación minera ➤ Conflictos por el uso del agua ➤ Influencia de grupos armados ➤ La explotación del material de arrastre sin planeamiento minero ➤ Mal aprovechamiento del recurso minero provocando socavamiento lateral del río ➤ Superposición de proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aprovechamiento del recurso hídrico ➤ Demanda de recurso hídrico ➤ Distritos de riego (alto consumo de agua) ➤ Explotación de agua subterránea ➤ Identificación de los usos del recurso hídrico ➤ Navegabilidad ➤ Pagos por servicios ambientales ➤ Patrones de asentamiento ➤ Potencial energético ➤ Potencial hidroeléctrico ➤ Sistemas culturales asociados al recurso hídrico ➤ Tendencias demográficas ➤ Transporte fluvial ➤ Uso de recursos hidrobiológicos ➤ Usos del suelo

4. Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.

Este momento inicia con la presentación por parte de la UT de un análisis diagnóstico preparado para cada zona geográfica según los TR. Posteriormente el Facilitador desarrolla un ejercicio que permita conocer las impresiones de los asistentes acerca de dicho análisis, como podría ser complementado, cambiado o mejorado



En el informe se presenta un adelanto de la fase de diagnóstico del proyecto. En este se expone el contexto de la macro cuenca Alto Magdalena, se identifican y se relacionan algunos factores clave en el desarrollo de la macro cuenca y se establecen tendencias de cambio. La presentación completa del informe se puede encontrar en el siguiente enlace:



4. Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.

Este momento inicia con la presentación por parte de la UT de un análisis diagnóstico preparado para cada zona geográfica según los TR. Posteriormente el Facilitador desarrolla un ejercicio que permita conocer las impresiones de los asistentes acerca de dicho análisis, como podría ser complementado, cambiado o mejorado.

ME GUSTÓ	NO ME GUSTÓ	LES SUGIERO

<ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Es clave profundizar el mensaje de un país agropecuario a un país menos agropecuario? ➤ Análisis del PIB ➤ Análisis macroeconómicos, sin embargo es importante analizar la transición de los niveles económicos. ➤ Consideración de impactos positivos sobre los ecosistemas terrestres. ➤ Consolidación variables ➤ Dar discusión de cómo definir el caudal ambiental considerando el potencial hidroeléctrico- cuencas. ➤ El estudio sobre los factores de disminución de la oferta del servicio de calidad de agua e inversión en potabilización. ➤ El orden de la presentación, la superposición de variables representadas geográficamente. ➤ Estos interesantes estudios, ¿cómo se van a aplicar a nivel de subcuencas y minicuencas donde están los problemas? ➤ Hay un plan, una visión ➤ Información de tendencia de participación de sectores. ➤ Interesante que consideraran la especificidad de cada macro cuenca. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Dónde queda el tema de seguridad alimentaria? ➤ ¿Qué pasaría en un escenario <u>sin</u> minería en los páramos y alta montaña? ➤ ¿Si aumentan los ejercicios de prioridades? Tener en cuenta como se hacen. ➤ El agua se concibe como una mercancía en términos de valor de uso, demanda y oferta ¿dónde como derecho? ➤ En análisis oferta hídrica no es central la que requieren los sistemas naturales. ➤ Falta incluir variables de conflictos, riesgos y aspectos sociales. ➤ Incluir efectos cultivos ilícitos. ➤ La dimensión ambiental no es sólo una dimensión de variables ecológicas o biofísicas. ➤ Las variables socioculturales están totalmente ausentes del diagnóstico. ➤ Muy enfocado al tema agua-oferta, etc. ¿Qué pasa con conservación? ➤ No considerar precios internacionales de energía ya que tenemos un potencial para exportar energía a países como Ecuador y Venezuela. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿No se cuestionan las pérdidas económicas en términos de valoración de impactos en el desarrollo y crecimiento económico? ➤ ¿Portafolio de áreas a restaurar? ➤ ¿Qué pasa con las áreas transformadas que deben recuperarse, conservarse, usarse y sostenerse? ➤ Agrupar las variables por dimensiones reales y evidenciar su relacionamiento en el modelo. ➤ Aplicar la metodología Qamb ANLA (es ley) ➤ Atender el componente social y cultural desde una perspectiva amplia que permita identificar la diversidad. ➤ Capacidad de regulación de hidroeléctricas y eventos climáticos extremos. ➤ Considerar que la Encuesta Nacional Agropecuaria sobrestima la demanda de agua del sector agrícola. ➤ Definición de roles de actores. ➤ Demanda internacional de energía aumenta (exportación aumenta). ➤ Diferenciar entre usos consuntivos y no consuntivos del agua. ➤ Evaluar la capacidad del Estado para regular. ➤ Falta incluir control y seguimiento del estado en vertimientos.
--	--	---

4. Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.

Este momento inicia con la presentación por parte de la UT de un análisis diagnóstico preparado para cada zona geográfica según los TR. Posteriormente el Facilitador desarrolla un ejercicio que permita conocer las impresiones de los asistentes acerca de dicho análisis, como podría ser complementado, cambiado o mejorado.

ME GUSTÓ	NO ME GUSTÓ	LES SUGIERO
----------	-------------	-------------

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Las posibles proyecciones económicas. ➤ Las variables que tomaron en cuenta son las que en su mayoría se encuentran dentro del consenso. ➤ Los análisis económicos por sectores ➤ Los análisis multitemporales y económicos. ➤ Plantear que debe discutirse caudal ambiental para que este sea equilibrado. ➤ Revisión del caudal ecológico para las hidroeléctricas. ➤ Se mostró que demanda energética obedece a las necesidades del país. ➤ Taller en sí y la dinámica. ➤ Vulnerabilidad hídrica+ calidad 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No considerar producción y rendimiento agrícola sino distritos de riego. ➤ No hay mención sobre páramos. ➤ No se hace referencia a las diferentes poblaciones con respecto a zonas estratégicas. ➤ No se hicieron explícitos los impactos que pueden tener las hidroeléctricas en las zonas estratégicas identificadas. ➤ No se tiene en cuenta la composición de la población ni su adscripción étnica. ➤ No se tienen en cuenta concepciones del agua de diferentes poblaciones. ➤ No todas las áreas más coincidentes son más prioritarias. ➤ No todos los ejercicios de prioridades tienen la misma escala y criterios. ➤ Proyecciones económicas ➤ Q87 y Q75 son caudales ecológicos. ➤ Se direcciona el estudio a justificar la inversión hidroeléctrica como pilar del desarrollo. ➤ Tratamiento sector hidroeléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incluir en condición la conectividad, longitudinal y lateral. ➤ Incluir en el análisis de condición ecológica los usos del suelo. ➤ Incluir indicadores que muestren relación de entradas y salidas de recursos naturales en función de tendencias económicas. ➤ Incluir otras categorías como RAMSAR y AICAS. ➤ Intentar construir una visión más holística donde aparezca la gente y sus realidades. ➤ Investigación campo↔ validación de la información ➤ No aplica correlación lineal. KRIGING, ortogonales. ➤ No entiendo el efecto de priorización de áreas. ➤ Oferta hídrica y demanda para sistemas naturales. ➤ Políticas y capacidades del Ministerio de Agricultura. ➤ Portafolios de conservación son complementarios al sistema de A.P ➤ Profundizar en aspectos sociales. ➤ Seguridad alimentaria (pesca) y valores culturales. ➤ Si va disminuyendo la agricultura, ¿la parte alimentaria en qué queda? ➤ Sugiero detallar en el diagnóstico ecosistemas claves para la gestión del recurso hídrico, estado de páramos, humedales y su contribución en el tema de oferta- servicios ecosistémicos. ➤ Tener en cuenta el impacto de todos los proyectos, no sólo los embalses.
--	---	---

4. Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.

Este momento inicia con la presentación por parte de la UT de un análisis diagnóstico preparado para cada zona geográfica según los TR. Posteriormente el Facilitador desarrolla un ejercicio que permita conocer las impresiones de los asistentes acerca de dicho análisis, como podría ser complementado, cambiado o mejorado.

SE REQUIERE...

Tener en cuenta que todos los comentarios realizados en el taller deben ser considerados y/o aclarados en el diagnóstico.

Adelantar los procesos de acuerdo sobre escenarios teniendo en cuenta, entre otros lineamientos:

- ¿Cuál será el papel de la ciencia y la tecnología?
- Articular los diferentes niveles de planeación y decisión de las cuencas hidrográficas
- Establecer cuál es el conocimiento fundamental requerido para el desarrollo sostenible de la cuenca
- Información básica del sector agrícola que es necesario monitorear regularmente.
- Como se integran los intangibles culturales al proceso de diagnóstico y acuerdos.
- Revisar el crecimiento de PIB en la macro cuenca se presenta ¿a costa de qué?

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: ALTO MAGDALENA
MAYO 8 DE 2013 – AUDITORIO SEGUNDO PISO CAR CUNDINAMARCA

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
Nevandra Fajero	CAR	tecnico administrativo	afajero@car.gov.co	32090001340	[Firma]
Ana Cristina Valencia	Acolgen	Eng Ambiental	ambiental@acolgen.org.co	3002061409	[Firma]
Marilyn Muñoz	CRA	Profesional Especializado	ma.munoz@cra.gov.co	4873820 ext 294	[Firma]
Marcelo Boyota	gubernación Cund. secretaria Amb	Profesional	Jaboyota@cundinamarca.gov.co	7491431	[Firma]
José Yunis	TNC	Representante	jyunis@TNC.org.co	3158301959	[Firma]
Tomas Walschberger	TNC	coordinador (Cundinamarca)	twalschberger@TNC.org.co	3176402316	[Firma]
Manuicio Bayona	Minambiente		manuiciobayona@yahoo.com		[Firma]
Diana Rosal	Min cultura	Aserora Patrimonio	drosal@mincultura.gov.co	3114475935	[Firma]
Erika Lothes	Com Magdalena	Aserora	erika.lothes@commagdalena.gov.co	3015486308	[Firma]
Rocio Lozano	Edat	contratista Ing. Civil	r.lozano@edat.gov.co	3158708234	[Firma]

* ppt - con sus fotos

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



1

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio del Medio Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: ALTO MAGDALENA
MAYO 8 DE 2013 – AUDITORIO SEGUNDO PISO CAR CUNDINAMARCA

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
Juan Guillermo Arias	Cartolima	Profesional oficina planeación	J.arias Juan.arias@cartolima	3108021671	[Firma]
Pieter Hoesma	Embassy NL	polycadisa	Pieter.hoesma @minbuera.nl	3102608532	[Firma]
Rick DeLemman	Maximo Water House	BUSINESS DEVELOPMENT	R.DELEMANN@ MWH.com.co	300781295	[Firma]
Cesar Garay	Colmagdalena	asesor	cesar.garay@ colmagdalena.gov.co	315334443	[Firma]
Maryeni Caravallo	CAR	Técnico Administrat.	maravallo@car. gov.co	3209000 ext 7038	[Firma]
Franisco Hernández	CELSIA	gerente Ambiental	FJhernandez@ celcia.com	3217993991	[Firma]
Ana Mª Posada	MADS	Profesional Especializado	aposada@minambiente. com.co	3144174833	[Firma]
Lisa M. Narena	Aweducto Btá	Abogada gerencia coorden. Ambient	luisamaria @gmail.com	3166988098	[Firma]
Eder Cardenas	EMGESA	Hidrólogo	ecardenas@emgesa. colombia.com.co	3158868907	[Firma]
Edisney Silva	CAN	jefe oficina planeación.	esilva@can.gov.co	3138863457	[Firma]

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



3.

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio del Ambiente,
Conservación y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: ALTO MAGDALENA
MAYO 8 DE 2013 – AUDITORIO SEGUNDO PISO CAR CUNDINAMARCA

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
Luisa Sánchez	Mincultura	Asejora PCI	lsanchez@mincultura.gov.co	3212532515	<i>Luisa Sánchez</i>
William Ángel	ISAGEN	Director Desarrollo Hidroeléctricos	wangel@isagen.gov.co	3256910	<i>W. Ángel</i>
Diego Lupo	DNP	Asesor	dlupo@dnp.gov.co	3102022137	<i>Diego Lupo</i>
Francisco Nantoya	EDAT SASP	Gerente	F.nantoya@edat.gov.co	3108539533	<i>Francisco Nantoya</i>
Marcela Jiménez	Superseviuos	Coordinador Grupo Sectorial	mjimenez@superseviuos.gov.co	6913005 ext 2164	<i>Marcela Jiménez</i>
Augusto Barua	Wim Magdalena	Directa	agarcia@wim Magdalena.gov.co	3114127924	<i>Augusto Barua</i>
Rafael Moreno	Corpochivor	Coordinador de Retiro Hidrico	ramr25@yahoo.com	3112126278	<i>Rafael Moreno</i>
Camilo Melo	ASOCARS	Asesor	camilo.melo@asocars.org.co	3172888	<i>Camilo Melo</i>
Melba Rojas	CAR	Profesional Especializado	mrojas@car.gov.co	3209000 #131	<i>Melba Rojas</i>
Ana Victoria Jiménez	CAR	Prof. Especializ.	ajimenez@car.gov.co	3209000 ext 1007	<i>Ana Victoria Jiménez</i>

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



4.

LISTA DE PARTICIPANTES



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: ALTO MAGDALENA
MAYO 8 DE 2013 – AUDITORIO SEGUNDO PISO CAR CUNDINAMARCA

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
Andrés Quiroga	comagdalena	Asejor	carlos.quiroga@comagdalena.gov.co	3002677115	A Quiroga
Camilo Quiroz	Nova televisión	Reportero gráfico	Produccion@novatelevision.com	3174287914	Camilo Quiroz
Julio Belvelle	UT		juliodelvalled@guamanc	3214472588	Julio Belvelle
Ramon Leal	Asocars	Director			Ramon Leal
Margarita Nieto	Perfiles Nacionales	Profesional especializada	sinap@perfilesnacionales.gov.co	3532400320	Margarita Nieto
Claudia Pineda	Min Ambiente	Directora Recurso Hídrico			Claudia Pineda
Diana María Aguilar	CAEM	coordinadora	proteccion@caem.org.co	3142285785	Diana María Aguilar
Elvia María Rojas	corpoboyaca	contratista	erojas@corpoboyaca.gov.co	3107766705	Elvia María Rojas
Oscar Bernal	corpoboyaca	Profesional especializado	obernal@corpoboyaca.gov.co	3005697321	Oscar Bernal
Clara Solano	Fundación Natura	subdirectora inversión juvenil	csolano@natura.org.co	2455700	Clara Solano

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



5.

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio del Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



**FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: ALTO MAGDALENA
MAYO 8 DE 2013 – AUDITORIO SEGUNDO PISO CAR CUNDINAMARCA**

Ado.
→

[K]

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
* Miguel Vesa Lugo	Secretaría Distrital de Ambiente	asesor gestión Ambiental	mveralugo@yahoo.com	4609190 3108732684	
Jaime Humberto Londoño	ISAGEN	Analista Gestión Ambiental	jalonono@isagen.com.co	3256906	
Paola Miranda	Aweducto Bta	Directora Sistema Hidrico	pmiranda@aweducto.com.co	3447997	
* Julio Cesar Skinner	Particular	Consultor Ambiental	julioskinner@gmail.com	3118852537	
Nalia Josefa Suárez	Gobernación de Cundinamarca	secretaria profesional	nalia.suarez@cundinamarca.gov.co	7491434/35	
Francisco José Mateus Daniel González	Asociación - Prensa ANM ASOGA	Comunicaciones seguimiento y control	franciscojosemateus@gmail.com daniel.gonzalez@anm.gov.co	4295054 3144676182	
Frank Jaramillo	Carpoguvio	Profesional	frankj2076@hotmail.com	3123929669	
* Jairo Cesar	NADS				
Nidia Leguizamón	Agencia Nacional de Niñez	Lider Zona Norte	nidia.leguizamon@anm.gov.co	3183604601	

**UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE**

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ECconcept

OPTIM CONSULTING

6.

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



**FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: ALTO MAGDALENA
MAYO 8 DE 2013 – AUDITORIO SEGUNDO PISO CAR CUNDINAMARCA**

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
Elsa Nativida Escobar	Fundación Natura	Directora	elsamoscobar@natura.org.co	2455700	<i>Elsa Escobar</i>

**UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE**

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



7.

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio del Ambiente,
Territorio y Ordenación del Territorio

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



**FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: ALTO MAGDALENA
MAYO 8 DE 2013 – AUDITORIO SEGUNDO PISO CAR CUNDINAMARCA**

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
Juliana Delgado	TNC	especialista apudalante	jdelgado@ TNC.org	3133178457	[Firma]
Laura Ortega	CAR (Prensa)	Contratista	lauraportegon@ hotmail.com	3204417508	[Firma]
Alicia Lozano	Embajada Holanda	oficial de program	alicia.lozano@ minbuza.nl	3824212 2190336	[Firma]
Luz Nelly Cabrera	EMBESA	JEFE DIVISION Medio Ambiente	lcabrera@ embesa.com.co	2190330	[Firma]
Sandra Sierra	EMBESA	coordinadora Ambiental	ssierra@ embesa.com.co	2190330	[Firma]
Magda Suárez	CAR	coordinador	msuarez@ gov.co	32090000 ext 1340	[Firma]

**UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE**

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ECconcept

OPTIM
CONSULTING

8

MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIAS DE LA PRIMERA RONDA DE TALLERES FASE DIAGNÓSTICO: MEDIO MAGDALENA- BUCARAMANGA, 22 DE MAYO DE 2013

1. Primer Momento: Sensibilización y Aprestamiento.

En este momento el facilitador del taller desarrolla una dinámica rompehielos, además:

- Indaga sobre las instituciones presentes.
- Informa sobre los propósitos del taller y sobre la contextualización del taller en el proceso de formulación de los Planes Estratégicos.
- Da una idea de los momentos siguientes (Presentación ministerio, variables claves, análisis diagnóstico)

ENTIDADES	ENTIDADES	OBJETIVOS DEL TALLER	AGENDA DEL TALLER
<ul style="list-style-type: none"> ➤ ASOCARS ➤ Convenio CDMB Minambiente ➤ Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA ➤ Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB ➤ Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. ➤ Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP- ➤ CENIPALMA ➤ Ecopetrol ➤ FEDEPALMA ➤ Alcaldía de Bucaramanga - Sub-secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gobernación de Santander - Secretaría de Agricultura ➤ Policía Ambiental ➤ Apescoy ➤ Federación Nacional de Pescadores ➤ The Nature Conservancy ➤ Valoración Económica Ambiental S.A.S 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar variables relevantes en el desarrollo de la zona hidrográfica ➤ Vinculación y participación de actores clave en el proyecto ➤ Análisis del diagnóstico de Plan Estratégico ➤ Planificar y desarrollar talleres y reuniones con expertos y con actores clave de la Macrocuena, acerca de su evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales, acerca de la capacidad de asimilación de la Macrocuena para soportar dicho desarrollo, y del alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma. ➤ Validación de “variables clave”. 	<p>Ruta Crítica</p> <p>Primer Momento: Sensibilización y Aprestamiento.</p> <p>Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.</p> <p>Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.</p> <p>Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.</p>

2. Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.

El representante del ministerio desarrolla una presentación sobre el contexto institucional y normativo. El facilitador desarrolla un ejercicio ordenado para determinar cuáles son las expectativas de los asistentes acerca de los planes estratégicos y como deberían ser los lineamientos de dichos planes.

EXPECTATIVAS	LINEAMIENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Un estudio muy práctico que sirva como herramienta de planificación ➤ Identificación de programas. ➤ Acuerdos de coordinación e implementación de suscritos. ➤ Hoja de ruta concertada. ➤ Política Integral de manejo del recurso hídrico. ➤ Implementación de Sistema de Producción más limpia. ➤ Lineamientos de gestión. ➤ Vigilancia y Control ➤ Plan Integral del Recurso Hídrico de la cuenca. ➤ Conservación. ➤ Deslindar de las zonas de río, quebradas y ciénagas. ➤ Instrumentos participativos para la conservación del agua. ➤ Caracterización de la cuenca. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Análisis de la información. ➤ Incorporar componente ambiental en todos los procesos de producción. ➤ Diagnóstico y formulación con participación de todos los actores. ➤ Socialización, sensibilización a los habitantes de la región. ➤ Pesca y turismo. ➤ Vinculación de pescadores. ➤ La participación de la comunidad asentada en el área de estudio. ➤ La socialización. ➤ Inclusión de todos los usuarios de la cuenca. ➤ Caracterización de la cuenca. ➤ Articular desarrollo y sostenibilidad. ➤ Desarrollo de sistema de soporte a la toma de decisiones. ➤ Incluir la participación activa de la comunidad.

3. Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.

Integrantes del equipo consultor presentan de manera breve el contexto geográfico para el cual se desarrollará el ejercicio y las dimensiones geográficas en dicho contexto (Szh, Deptos, municipios, etc.). El facilitador desarrolla el ejercicio con técnicas visuales para identificar y clasificar los temas o factores claves.

- Minería
- Búfalos
- Afectación ambiental de megaproyectos
- Factores relevantes de la pérdida de biodiversidad (terrestre y acuática).
- Servicios ecosistémicos.
- Pago por servicios ambientales.
- Áreas para conservación.
- Involucrar a la comunidad de forma activa en la elaboración del diagnóstico.
- Disponibilidad del recurso hídrico en el tiempo.
- Distribución poblacional.
- Estado de las comunidades.
- Aspectos culturales.
- Uso del suelo.
- Políticas para articular producción sostenible.
- Marco legislativo.
- Planicies inundables.
- Importancia del gremio de pescadores.

4. Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.

Este momento inicia con la presentación por parte de la UT de un análisis diagnóstico preparado para cada zona geográfica según los TR. Posteriormente el Facilitador desarrolla un ejercicio que permita conocer las impresiones de los asistentes acerca de dicho análisis, como podría ser complementado, cambiado o mejorado.

FALTA/NO ME GUSTÓ	LES SUGIERO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Áreas de restauración: Perspectiva regional de compensación. ➤ Claridad en la identificación de los humedales a conservar ➤ El análisis de calidad de agua no incluye tratamiento de aguas residuales ni contaminación. ➤ No se incluyó el tema de expansión portuaria. ➤ No se evidenció un análisis de los cambios que puede generar el TLC en la economía. ➤ No se incluyó carga movilizada por el río (actual y proyectada). ➤ Análisis de institucionalidad. ➤ Hidrosogamoso no aparece presente. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Potenciales de la cuenca media. ➤ Conflictos de la cuenca media. ➤ Riesgo de pérdidas de biodiversidad. ➤ Análisis de manejo de residuos sólidos. ➤ Relación Cuencas alta, media y baja. ➤ Incluir nuevos asentamientos. ➤ Cultivos ilícitos. ➤ Relación población- daño ambiental ➤ Papel de calentamiento global. ➤ Uso sostenible de áreas no aprovechadas actualmente. ➤ Políticas o criterio regionales para compensación. ➤ Enfatizar más en deforestación. ➤ Tendencias de ecosistemas acuáticos. ➤ Enfocarse más en los hallazgos del diagnóstico que en los métodos. ➤ Complementar el análisis sobre aguas subterráneas. ➤ Manejo del riesgo. ➤ Caudal ambiental debe incluir cambios intra-anales. ➤ Relación costo- beneficio de diferentes usos del agua.

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: MAGDALENA MEDIO
MAYO 22 DE 2013 – CDMB

	Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1	Rodrigo Palomares	Asociación de Agricultores de la Cuenca Magdalena-Cauca	Presidente	asopera@yahoo.es	314 8599804	[Firma]
2	Javier Ramírez	CDMB	Contratista	javier.villalba22@hotmail.com	3104983228	[Firma]
3	Samuel Gomezelis	Alcaldía de Bucaramanga	Proyecto Especializado	sgomez_55@yahoo.com	3204628354	[Firma]
4	Carlos Pedraza	UNAB	Contratista	carlos.pedraza@unab.edu.co	3177228169	[Firma]
5	Carilo Cortez	Conifalma	Extraccionista	ccortez@conifalma.org	3212138297	[Firma]
6	Katrin Ibarra	FedePalma	Analista Ambiental	katrinibarra@fedepalma.org	3102873074	[Firma]
	Rafael Rey	FedePalma	Asociado Agrario	rrey@pican@gmail.com	353713694	[Firma]
7	Carolina Kitchen	Ecopetro	Propional DHS	carolina.kitchen@ecopetro.com.co	3144767001	[Firma]
8	Diana Vargas	Com Magdalena	Asejor	diana.vargas@commagdalena.gov.co	3002691932	[Firma]
9	Juliana Delgado	TNC	Especialista Agua dulce	jdelgado@tnc.org	3133178459	[Firma]

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ECconcept



LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: MAGDALENA MEDIO
MAYO 22 DE 2013 – CDMB

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
Juan Martín Gómez	CDMB	Propositor Sugar	juan.gomez@cdmb.gov.co	300 222 3290	[Firma]
10 Ana María Parada	MinAmb	Profesional Esp			[Firma]
10 Ramón Leal	Asócars	Director			[Firma]
12 Hector Arango	A PESCOY	Representante Leg del	hector.arango1035@hotmail.com	3215411624	[Firma]
Libia Gisela Muñoz	CDMB	tecnóloga Ambiental	gisela.muñoz@cdmb.gov.co	3167524995	[Firma]
Gratia Estano	CDMB	Profesional Especializado	gloria.cozono@cdmb.gov.co	5152550232	[Firma]
María Guadalupe	Cormagdalena	Profesional Especializado	mgadalupe@cormagdalena.gov.co	62194228x228	[Firma]
Oscar Ortega	CDMB	coordinador	oscar.ortega@cdmb.gov.co	3168755859	[Firma]
12 Nicolás Parada	secretaría agricultura	ing ambiental	nipevati@hotmail.com	3157626847	[Firma]
Bernán Jara	CDMB	subdirector SEICO	garcia.luna@cdmb.gov.co	6346100010001	[Firma]

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.





MinAmbiente
Ministerio del Ambiente,
Urbanismo y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: MAGDALENA MEDIO
MAYO 22 DE 2013 – CDMB

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
Carlos Alberto Suarez	CDMB	Subdirector gestión amb. rural.	carlos_suarez@cdmb.gov.co	358667560	[Firma]
Oscar René Duján	CDMB	Subdirector ordenamiento territorial	oscar-dujan@cdmb.gov.co	3176839561	[Firma]
Luis Carlos Chaparro	CDMB	Contratista	luisca2826@hotmail.com	313 1092648	[Firma]
13 Elieco Ojeda Suarez	Agrupación metropolitana de usuarios de agua y saneamiento	gerente (operación y proyectos)	eoasono@amb.gov.co	6320270	[Firma]
Manuel Guillermo Pizo	CDMB	Asesor	manuel.pizo@cdmb.gov.co	300 7745455	[Firma]
Sebastian Jimenez	CDMB	Contratista	sebastian.jimenez@cdmb.gov.co	3005207903	[Firma]
Balsamo Narcisberto	CDMB	coordinador técnico ambiental	Bemarcos@gmail.com	3108719283	[Firma]
Luis Alejandro Uscá	CDMB	Técnico operador	luisalejandrousca@cdmb.gov.co	6346100	[Firma]
Humberto Sandoval	CDMB	conexiones de agua	Humberto.sandoval@cdmb.gov.co	3106893842	[Firma]
Kidlung Arley Amari	Director CDMB		kidlung.amari@cdmb.gov.co	6346100	[Firma]

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



LISTA DE PARTICIPANTES



A LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE
2013 - CDN

COORDINADOR GENERAL
MARCO
DIAGNÓSTICO
FASE
EDUCACIÓN
CONTENIDO
COMERCIALIZACIÓN

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ECconcept

OPTIM

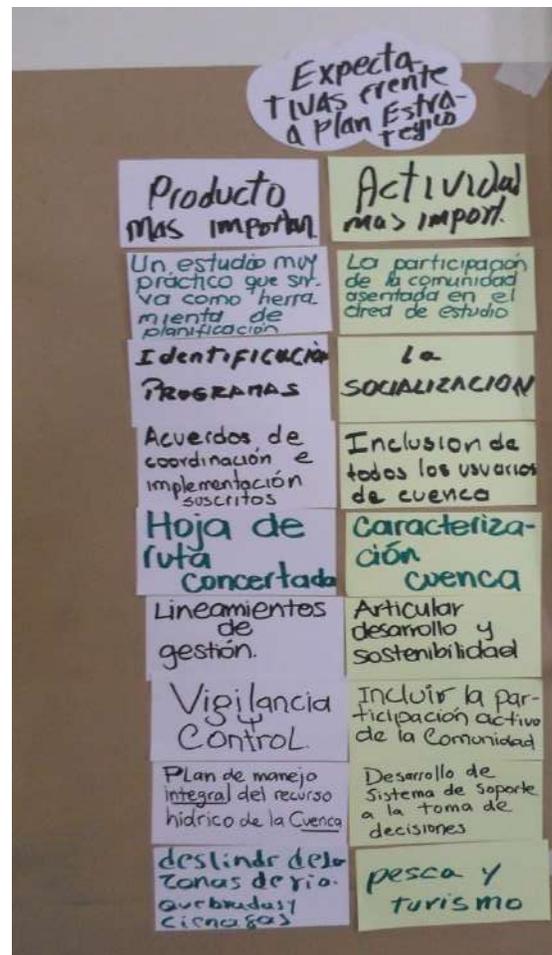
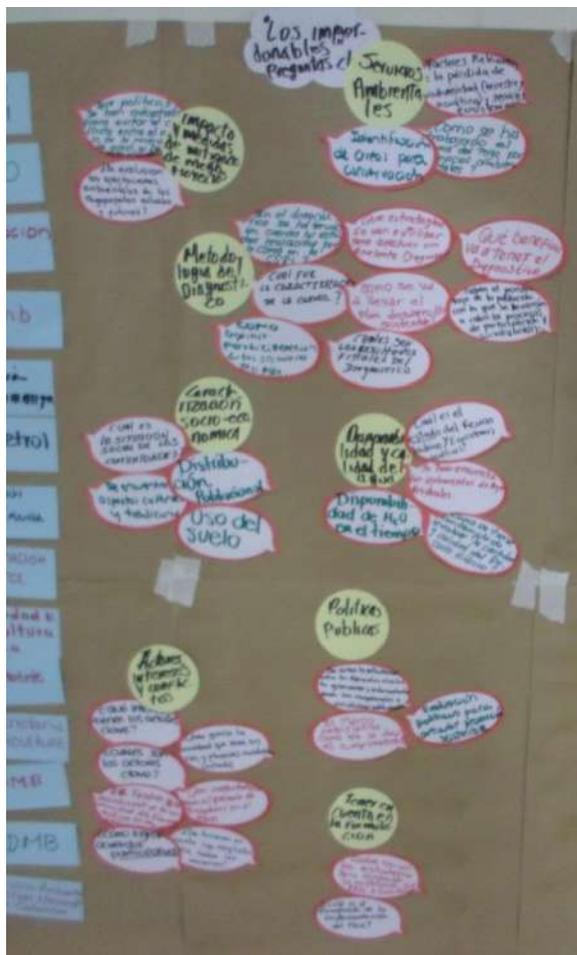
MEMORIA FOTOGRÁFICA



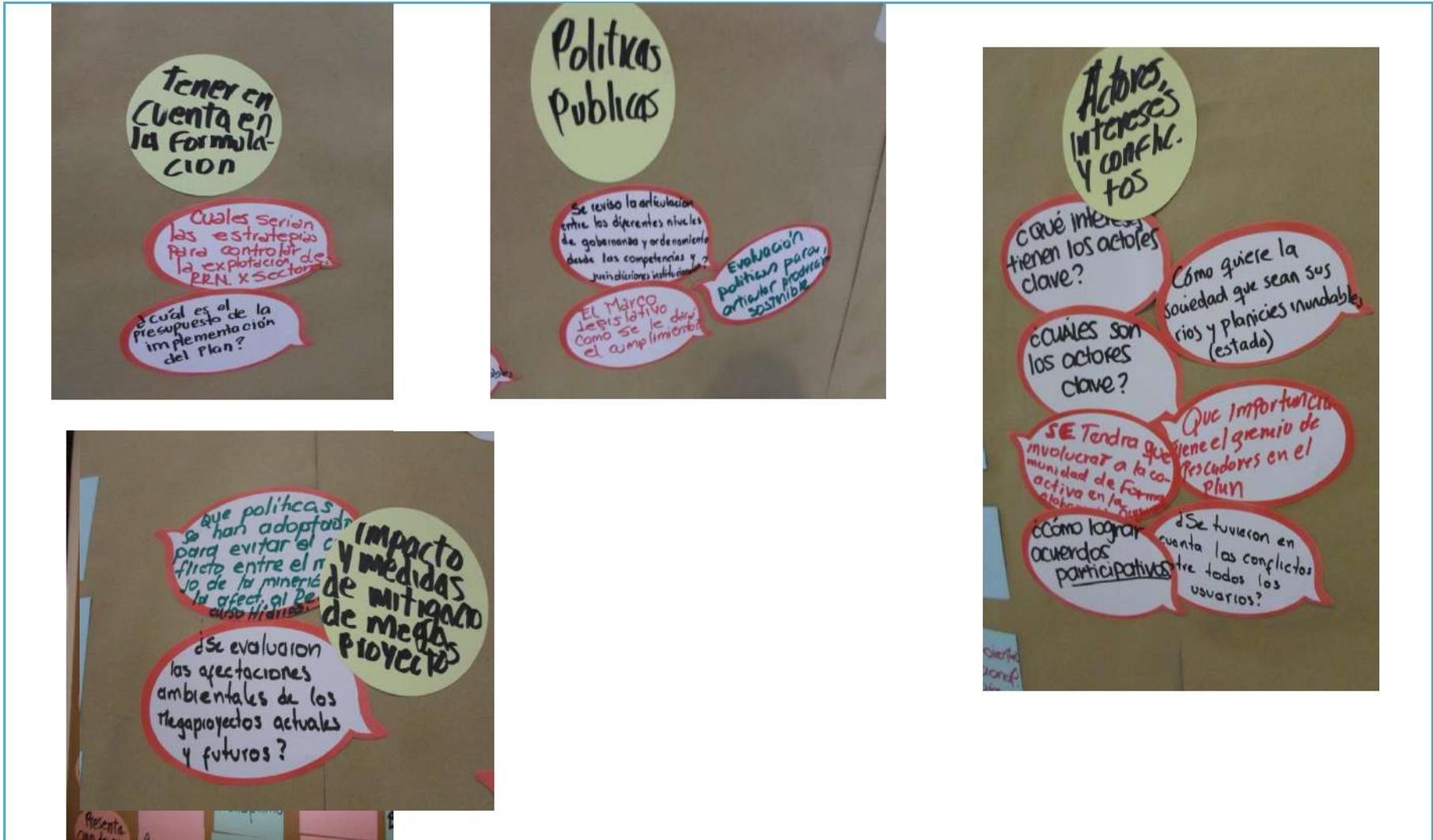
MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIAS DE LA PRIMERA RONDA DE TALLERES FASE DIAGNÓSTICO: BAJO MAGDALENA -BARRANQUILLA, 24 DE MAYO DE 2013

1. Primer Momento: Sensibilización y Aprestamiento.

En este momento el facilitador del taller desarrolla una dinámica rompehielos, además:

- Indaga sobre las instituciones presentes.
- Informa sobre los propósitos del taller y sobre la contextualización del taller en el proceso de formulación de los Planes Estratégicos.
- Da una idea de los momentos siguientes (Presentación ministerio, variables claves, análisis diagnóstico)

ENTIDADES	ENTIDADES	OBJETIVOS DEL TALLER	AGENDA DEL TALLER
<ul style="list-style-type: none"> ➤ ASOCARS ➤ Autoridad Ambiental Urbana (AAU)Barranquilla – DAMAB ➤ Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA ➤ Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA ➤ Cámara de Comercio de Barranquilla ➤ Corporación Empresarial del oriente del Atlántico ➤ Empresa Triple A (Barranquilla) ➤ Monómeros Colombo Venezolanos S.A ➤ Seccional ANDI: Atlántico - Magdalena 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ DIMAR ➤ Gobernación del Atlántico - Secretaría de Planeación ➤ Colombia, País de Regiones ➤ Fundación para el Desarrollo Empresarial y Social ➤ Universidad del Norte -El Instituto de Estudios Hidráulicos y Ambientales (IDEHA) ➤ Embajada del Reino de los Países Bajos ➤ The Nature Conservancy-TNC ➤ Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar variables relevantes en el desarrollo de la zona hidrográfica ➤ Vinculación y participación de actores clave en el proyecto ➤ Análisis del diagnóstico de Plan Estratégico ➤ Planificar y desarrollar talleres y reuniones con expertos y con actores clave de la Macrocuenca, acerca de su evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales, acerca de la capacidad de asimilación de la Macrocuenca para soportar dicho desarrollo, y del alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma. ➤ Validación de “variables clave”. 	<p style="text-align: center;">Ruta Crítica</p> <p>Primer Momento: Sensibilización y Aprestamiento.</p> <p>Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.</p> <p>Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.</p> <p>Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.</p>

2. Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.

El representante del ministerio desarrolla una presentación sobre el contexto institucional y normativo. El facilitador desarrolla un ejercicio ordenado para determinar cuáles son las expectativas de los asistentes acerca de los planes estratégicos y como deberían ser los lineamientos de dichos planes.

EXPECTATIVAS	LINEAMIENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Documentación del proceso. ➤ Plan de manejo de las inundaciones. ➤ Actividades marítimas. ➤ Ordenamiento territorial. ➤ Comportamiento de los recursos naturales. ➤ Acuerdos para la gobernanza. ➤ Identificación de zonas para realizar control de inundaciones. ➤ Sistema de soporte de toma de decisiones. ➤ Modelos de inundación. ➤ Calidad de agua cruda- consumo humano. ➤ Guías para planes locales. ➤ Levantamiento de procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lineamientos claros a corto, mediano y largo plazo. ➤ Evaluación socio-económica del riesgo. ➤ Democracia técnica. ➤ Involucrar a las comunidades. ➤ Saneamiento ambiental de humedales del Atlántico. ➤ Identificación potencial de transporte fluvial. ➤ Conocimiento tradicional del manejo de las inundaciones. ➤ Seguridad integral marítima, fluvial y portuaria. ➤ Instrumentos de planificación. ➤ Participación efectiva de los actores. ➤ Normas cumplibles y claras a nivel marítimo y ambiental. ➤ Lineamientos para el ordenamiento territorial. ➤ Lineamientos para uso turístico. ➤ Lineamientos de ordenación pesquera y seguridad alimentaria

3. Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.

Integrantes del equipo consultor presentan de manera breve el contexto geográfico para el cual se desarrollará el ejercicio y las dimensiones geográficas en dicho contexto (Szh, Deptos, municipios, etc.). El facilitador desarrolla el ejercicio con técnicas visuales para identificar y clasificar los temas o factores claves.

- Régimen hídrico.
- Modelo caudales ambientales
- Portafolio de conservación
- Mapas de susceptibilidad y vulnerabilidad.
- Protocolos para el uso del recurso cuando es escaso.
- Uso del recurso hídrico.
- Objetivos de calidad del agua.
- Impacto del canal del Dique en la región (Islas, pesca, etc.)
- Medidas de compensación.
- Gobernanza del agua y comunidades indígenas.
- Identificación de conflictos de interés.
- Modelos de inundación.
- Carga transportada.
- Valoración del recurso hídrico.
- Impacto de puertos.
- Puertos
- Influencia cambio climático.
- Consonancia entre sectores de la cuenca.
- Instrumentos de verificación real de eficiencia y eficacia.
- Trabajo social y calidad de vida.
- Situación social y económica de las poblaciones.
- Instrumentos de planificación de los municipios.
- Vocaciones y usos del territorio.
- Validación con la comunidad.
- Evaluación de impactos y riesgos ambientales de las actividades marítimas, fluviales y portuarias.
- Proyectos futuros.
- Navegación fluvial.
- Perspectiva de conservación del recurso hídrico de las comunidades tradicionales.
- Canales artificiales cuenca Sinú y San Jorge.
- Ordenamiento territorial.

4. Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.

Este momento inicia con la presentación por parte de la UT de un análisis diagnóstico preparado para cada zona geográfica según los TR. Posteriormente el Facilitador desarrolla un ejercicio que permita conocer las impresiones de los asistentes acerca de dicho análisis, como podría ser complementado, cambiado o mejorado.

FALTA/NO ME GUSTÓ	LES SUGIERO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ No se incluyó expectativa de la comunidad frente al plan. ➤ Enfoque muy económico. ➤ Número de humedales recuperados. ➤ No se incluyeron Planes de Ordenamiento forestales. ➤ Diagnóstico del uso de las orillas. ➤ Sistema Río – Caño- Ciénagas. ➤ Incorporación de los recursos hídricos y sus actividades en los Planes de Administración del Gestión del Riesgo. ➤ Definición de caudal ambiental. ➤ Muchos datos y poca influencia de la comunidad. ➤ No se evidenció el proceso de participación social. ➤ Ausencia de Ministerio de Transporte y/o tendencias fluviales. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Priorización de actividades de zonas de inundación. ➤ Describir la emergencia del público (Riesgo, amenaza y vulnerabilidad.) ➤ Incluir Impactos de obras de alta ➤ Inter-relación con los departamentos aguas arriba. ➤ Plan de Manejo Ambiental de la Microcuenca. ➤ Incluir riqueza ambiental. ➤ Competencias institucionales. ➤ Relación marítimo –fluvial. ➤ Incluir actores de la cuenca baja. ➤ Incluir análisis de orillas. ➤ Incorporar el calado de los ríos. ➤ Cobertura de manglares. ➤ Tener en cuenta estudio de adaptación al cambio climático DNP-Holanda.

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
11. Hernando Carretero	DANAB	Profesional universitario	carretero carretero67@hotmail.com	3621054	[Firma]
12. Jose Echeverri	DAMAB	Jefe de Control y Vigilancia	jose.echeverri1@ hotmail.com	3021176	[Firma]
13. Jorge Flores	MANAMERIS	Superintendente de Ambiente	JLFlores@manameros. com.co	2618446	[Firma]
14. Carlos Franco Alberto	ASOCARS	Contratista	carlos.franco@asocars. org	371382886	[Firma]
15. Ana Maria Posada	MADES	Prof. Especializado	aposada@mirambiente. gov.co	3323400 ext 1172	[Firma]
16. Edgar Olaya	MADES	Prof. Especializado	edolaya@mirambiente. gov.co	3323400 ext 1172	[Firma]
17. Sandra Carbonelli	Corporación Empresarial del Oriente del Atlántico	Directora Ejecutiva	scarbonelli@ceoa.org.co	310361486	[Firma]
18. Andres Quiza	COMAGDALENA	Asesor	carlos.quiza@cermadq. gov.co	300267748 300267715	[Firma]
19. Catalina Fortiche	DIMAR	Inspector de Laborales	cafortiche@dimar. mil.co	3135186124	[Firma]
20. Nérica Olivares	Sociedad Rutiana Bguill	Coordinadora gestión Ambiental	molivares@srpb.com.co	3716237	[Firma]

LISTA DE PARTICIPANTES
MEMORIA FOTOGRÁFICA



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

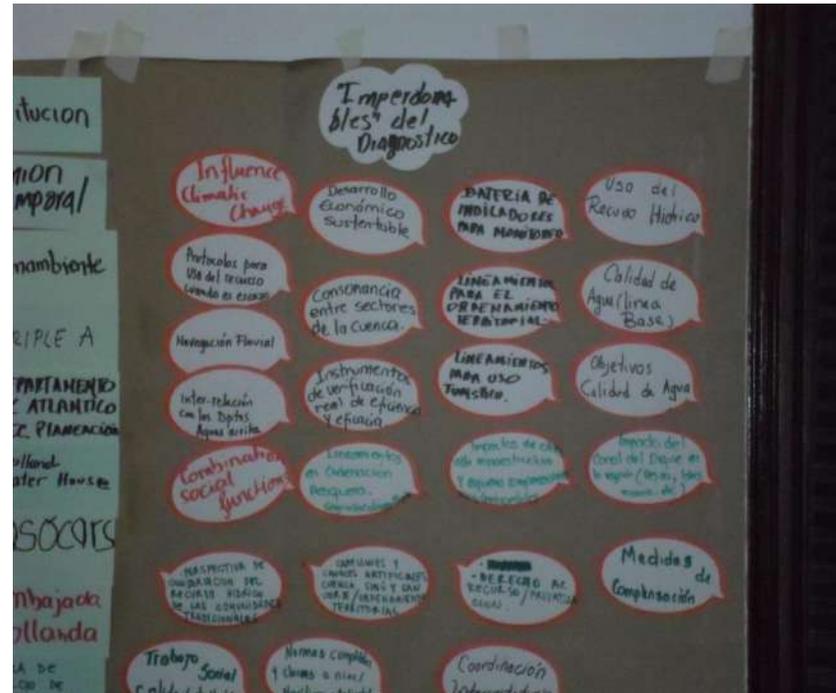
PROSPERIDAD
PARA TODOS



Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
21. María Inés Botero	Soc. Portuaria Pavespart	Asesor en Comercio Int.	marianesbotero@italcol.com	6236501	<i>[Signature]</i>
22. Mariana Astorga	CRA	contratista	mahana_26@hotmail.com	3003508377	<i>[Signature]</i>
23. Wladimir Orozco	CRA	Prof. Universitario	worozco@crucatorencia.gov.co	3004397218	<i>[Signature]</i>
24. Ivan Gil	TNC	Especialista en Estrat. Conservación	igil@tnc.org	3158973849	<i>[Signature]</i>
* 25. Eduardo Verano	Colombia País de Regiones	Gerente Director	prnsa.verano@colombiapaisderegiones.com	3107074289	
26. Ramón Navarro					
27. Ignacio De la Hoz	Uninorte LEH-LF	Ing. Esp. Hidroa	idealahoz@gmail.com	3008030994	<i>[Signature]</i>
28. Manuel Avarado	UNINORTE	D. rector IDEHA	maavarad@uninorte.edu.co	316-4121956	<i>[Signature]</i>
29.					
30.					



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA

2. Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.

El representante del ministerio desarrolla una presentación sobre el contexto institucional y normativo. El facilitador desarrolla un ejercicio ordenado para determinar cuáles son las expectativas de los asistentes acerca de los planes estratégicos y como deberían ser los lineamientos de dichos planes.

EXPECTATIVAS		LINEAMIENTOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Da una idea de los momentos siguientes (Presentación ministerio, variables claves, análisis diagnóstico) 			
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Enfoque muy económico. ➤ Número de humedales recuperados 	ENTIDADES	OBJETIVOS DEL TALLER	AGENDA DEL TALLER
<ul style="list-style-type: none"> ➤ No se incluyeron Planes de Ordenamiento forestales ➤ Diagnóstico de uso de las orillas de Aburrá ➤ Sistema Río – Caño, Ciénagas ➤ Incorporación de los Recursos Regionales de Caldas – ➤ Vigilancia y Control ➤ Plan Integral de Recursos Hídricos de la cuenca. ➤ Conservación ➤ Deslindar de las zonas de río, quebradas y ciénagas. ➤ Instrumentos participativos para la conservación del agua. ➤ Caracterización de la cuenca. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Corporación Comité Pro Romeral para la Recuperación y Preservación de Microcuencas ➤ Federación Nacional De Cafeteros - Comité Departamental De Antioquia ➤ Fundación Otros Mundos ➤ IDEAM ➤ ISAGEN S.A. ➤ Sociedad Antioqueña De Ingenieros y Arquitectos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diagnóstico y formulación con participación de todos los actores ➤ Socialización, sensibilización a los habitantes de la región. ➤ La participación de la comunidad asentada en el área de estudio ➤ Identificar variables relevantes en el desarrollo de la zona hidrográfica ➤ Vinculación y participación de actores clave en el proyecto ➤ Caracterización de la cuenca de Plan Estratégico ➤ Priorización de actividades de zonas de inundación ➤ Descripción emergencial del público (Riesgo, amenaza y vulnerabilidad) ➤ Descripción de la Macrocuenca, acerca de su evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales, acerca de la capacidad de asimilación de la Macrocuenca para soportar dicho desarrollo, y del alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma. ➤ Validación de “variables clave”. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ruta Crítica ➤ Primer Momento: Sensibilización y Aprestamiento. ➤ Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma. ➤ Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave. ➤ Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.

3. Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.

Integrantes del equipo consultor presentan de manera breve el contexto geográfico para el cual se desarrollará el ejercicio y las dimensiones geográficas en dicho contexto (Szh, Deptos, municipios, etc.). El facilitador desarrolla el ejercicio con técnicas visuales para identificar y clasificar los temas o factores claves.

- Estrategias para manejo y conservación de la cuenca (PSA y otros)
- Protección y reubicación de poblaciones en la margen del río Cauca
- Análisis de la relación de centros poblados sobre márgenes de ríos
- Articulación del tema: Gestión del riesgo
- Análisis de riesgos y vulnerabilidades
- Valoración del sistema metropolitano de áreas protegidas como elemento de ordenación del R-M
- Orden Público
- Estado actual de los ecosistemas presentes
- Línea base de fauna, flora, cadenas productoras, grupos étnicos, pueblos tradicionales
- Identificación de áreas susceptibles para conservación inmediata
- Áreas protegidas
- Análisis y valoración de los paisajes como recurso turístico, ecosistémicos, entre otros
- Aguas subterráneas
- Red río-Monitoreo - Metas calidad de agua- PORH
- Caracterización hidroclimática (Cambio climático)
- Impactos obras infraestructura (hidroeléctricas) y esquema de compensaciones (agua dulce)
- Análisis ESCA de las intervenciones antropogénicas (monocultivos, minería, presas, ganadería)
- Minería legal e ilegal
- Necesidad y beneficios de la hidroeléctrica
- La articulación de macroproyectos con afectación a ecosistemas
- Identificación territorial de pasivos ambientales Revisar usos actuales de la cuenca vs. Vocacionales de la misma
- Conflictos de uso
- Capacidad de carga de la cuenca media
- Actual potencial hídrico
- Disponibilidad de agua potable para cada municipio
- Participación social comunitaria
- Concejos de cuenca – Identificación de actores
- Situación sociopolítica POMCA vs POT
- Tenencia de la tierra
- Productividad agrícola y transporte
- Conectividad vial entre cabeceras municipales
- Análisis demográfico
-

4. Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.

Este momento inicia con la presentación por parte de la UT de un análisis diagnóstico preparado para cada zona geográfica según los TR. Posteriormente el Facilitador desarrolla un ejercicio que permita conocer las impresiones de los asistentes acerca de dicho análisis, como podría ser complementado, cambiado o mejorado.

NO ME GUSTÓ	LES SUGIERO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ La división de la cuenca no aporta en el diagnostico ➤ No quedan claros criterios de división de la cuenca ➤ No se incluyen territorios margen izquierdo del río Cauca ➤ No existe identificación de pueblos y culturas del río que son garantía de su conservación ➤ No hay descripción cultural de las zonas ➤ Embalses y presas no solo son para generar energía ➤ No se incluye aire como recurso natural ➤ No se incluye el páramo Santa Inés como estratégico ➤ Consejo de cuenca no se evidencia ➤ No se tienen presentes relaciones de conservación con los embalses ➤ No se deja claro las escalas de la información analizada ➤ Variable sociopolítica no se tuvo en cuenta ➤ Análisis muy enfocado hacia lo económico ➤ Se incluyó el riesgo por desabastecimiento pero no el resto ➤ No es claro como estos análisis dan lineamiento a los PE ➤ Análisis puntual sobre el cambio del uso del suelo ➤ No es adecuado dar lineamientos basados en variables con incertidumbre ➤ No se ha considerado relación minera-recurso hídrico ➤ No se encuentra el análisis integral de todas la variables 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incluir tema de riesgos ambientales ➤ Reconocer las diferentes figuras territoriales y administrativas de la Macrocuenca ➤ Tener en cuenta directrices del ordenamiento territorial ➤ Reforzar variable de vulnerabilidad y riesgo por inundaciones ➤ Levantamiento de información social, política y cultural aportada por la comunidades ➤ Identificar con claridad los actores ➤ Incluir costos de servicios ambientales perdidos por minería ➤ Diferenciar usos consuntivos de los no consuntivos del agua ➤ Analizar proyectos hidroeléctricos proyectados, no solo los aprobados ➤ Incluir análisis externalidades económicas y compensaciones regionales ➤ Recuperar el principio de precaución ➤ Incluir transporte mecanizado y no mecanizado ➤ Ampliar tema de conservación y protección ➤ Análisis más amplio a nivel regional ➤ Incluir análisis microcentrales ➤ Incluir tema Cambio Climático ➤ Considerar a profundidad incentivos y pagos por servicios ambientales ➤ Triangulación de la información ➤ Tema de ordenamiento pesquero ➤ Evaluación de la implementación de políticas públicas ➤ Mar claridad con las variables de biodiversidad

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: MEDIO CAUCA
MAYO 30 DE 2013 – AUDITORIO CORANTIOQUIA

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Omar Rengifo	ISAGEN	Especialista Ambiental	odrengifo@isagen.com.co	3257713	<i>Omar Rengifo</i>
2. Carlos Andrés Pérez	ISAGEN	Profesional Ambiental	caperez@isagen.com.co	3256923	<i>Carlos Pérez</i>
3. Jairo Almanzar	Federación de Cafeteros	Gestión Proyectos	jairo.almanzar@fedecolombia.com	5769500	<i>Jairo Almanzar</i>
4. Luis Fernando Salazar	EPM	Profesional Planeación Energía	luis.salazar.velasquez@epm.com.co	3800907	<i>Luis Salazar</i>
5. Sergio Alejandro Acosta	EPM	Profesional Planeación Energía	sergio.acosta@epm.com.co	3804204	<i>Sergio Acosta</i>
6. Cesar Augusto Mora	Área Metropolitana	Ingeniero Planeación	cesar.mora@metropol.gov.co	3856000	<i>Cesar Mora</i>
7. Daniel Montañez	ISAGEN	Profesional Ambiental	damontanez@isagen.com.co	3257792	<i>Daniel Montañez</i>
8. María Mercedes Quiéno	Área Metropolitana	Ingeniera civil	maria.quieno@metropol.gov.co	3856000 EXT 516	<i>María Quiéno</i>
9. Diego Alejandro Uribe	ANDI	coordinador Ambiental	cambiental@andi.com.co	3265100 EXT 1111	<i>Diego Uribe</i>
10. Carlos María Uribe García	Corporación ProCamerá	Director	procameral@yahoo.com	3013685160	<i>Carlos Uribe</i>

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ECconcept

OPTIM

(1)



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente,
Urbanismo y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: MEDIO CAUCA
MAYO 30 DE 2013 – AUDITORIO CORANTIOQUIA

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
21 Sergio Andres Giraldo Mira	corporación Pisomera 1	Ingeniero	sergirmira@gmail.com	3154208981	
22 Ana Isabel Lopez	CORNARE	Profesional Especializado	alopez@cornare.gov.co	5461616 ext 228	
23 Hugo Carmona	SAT sociedad Antioqueña Ingenieros	secretario Técnico	direccion tecnica @sai.org.co	7640832	
24 Isabel Cristina Zuleta	Rios Vivos	Vocero Antioquia	isabelczuleta@gmail.com	3004919269	
25 William Alvarez	Area Metropolitana	Lider de Programa	william.alvarez @metropol.gov.co	3856000 ext 532	
26 Martha Patricia Salcia	CORPOCALDAS	Profesional Especializado	marthapalcia @corpocaldas.gov.co	3006265023	
27 Gabriela Saldarriga	IDEAM	Profesional	gsaldarriga @ideam.gov.co	3163846016	
28 Rolando Castano	Area Metropolitana	Abogado	rolando.castano @metropol.gov.co	3856000 ext 533	
29 Ivan Gil	TNC	Especialista en estrategias de conservación	igil@tnc.org	3158973644	
20 Mauricio Bayona	MADS		mabayona		

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ECconcept



(2)



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUECNA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUECNA MADALENA ZONA: MEDIO CAUCA
MAYO 30 DE 2013 – AUDITORIO CORANTIOQUIA .

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
21. Juan Pablo Soler	Otros Mundos	Coordinación	otrosmundoscolombia. @ gmail.com	3102608820	Juan Pablo Soler
22. Juan Esteban Amargosa	Corantioquia	Coord. Área Protegidas	juinapier@corantioquia.gov.co	3128307279	JEA
23. Jaime Narciso Valdeño Mansalve	Corantioquia	Profesional especializado	jmvaldeno@corantioquia.gov.co	4938888 ext 1293	J. V. L. M.
24. Carlota Ramirez	Ecosistemas Corantioquia	Ing. Forestal	camaragat@yahoo.es	3 007825953	Carlota Ramirez
25. Diana Saldarriga	Corantioquia	Contratista	dsaldarriga@corantioquia.gov.co	4938888 ext 1288	Diana Saldarriga
26. Carolina Garcia	Corantioquia	Contratista	cargalan@gmail.com	4938888 ext 1239	Carolina Garcia
27. Marisol Yepes	Corantioquia	Contratista	mpiedrahita@corantioquia.gov.co	4938888 ext 1737	Marisol Yepes
28. Juan Carlos Rodriguez	Universidad de Antioquia	Asesor en Gestión Ambiental	jrrodr1993@gmail.com	2195589	JCR
29.					
30.					

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUECNAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.

ECconcept

OPTIM

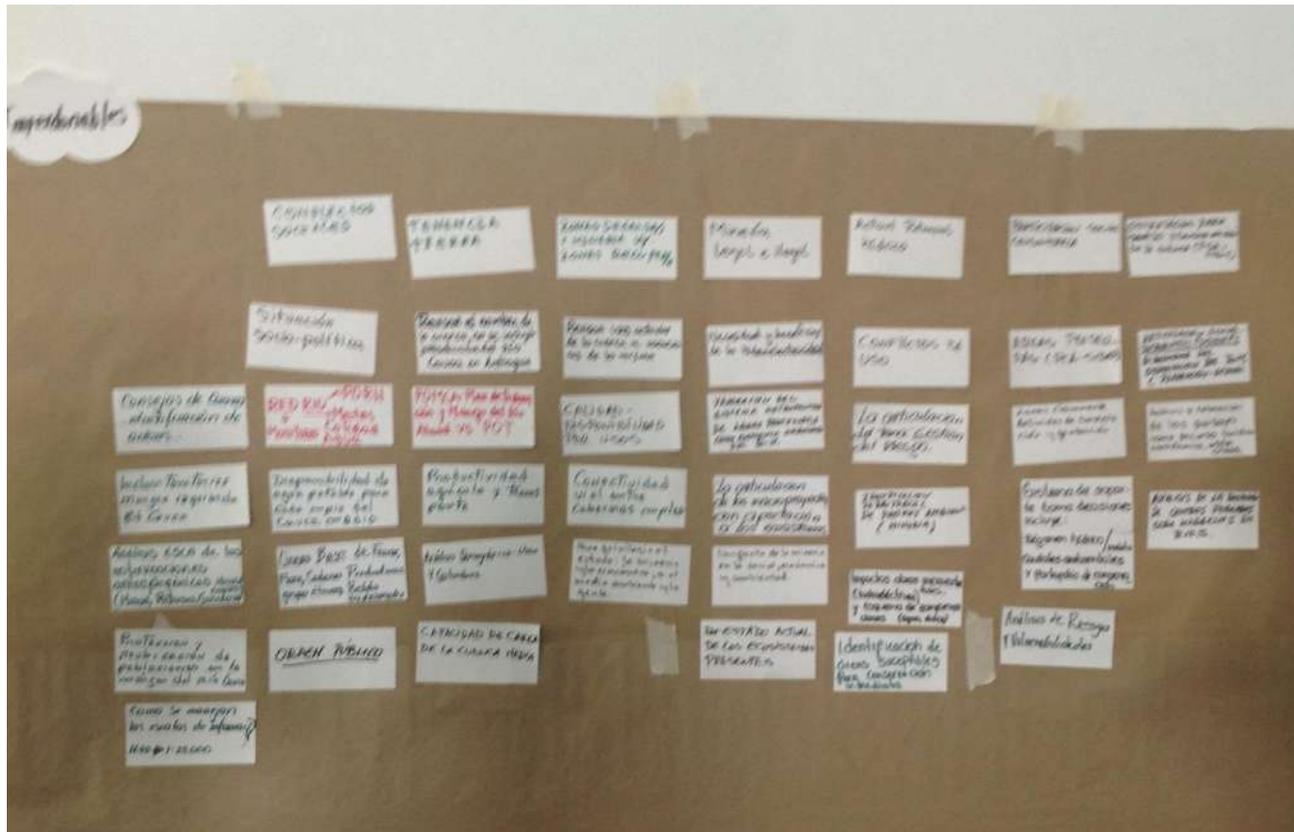
MEMORIA FOTOGRÁFICA



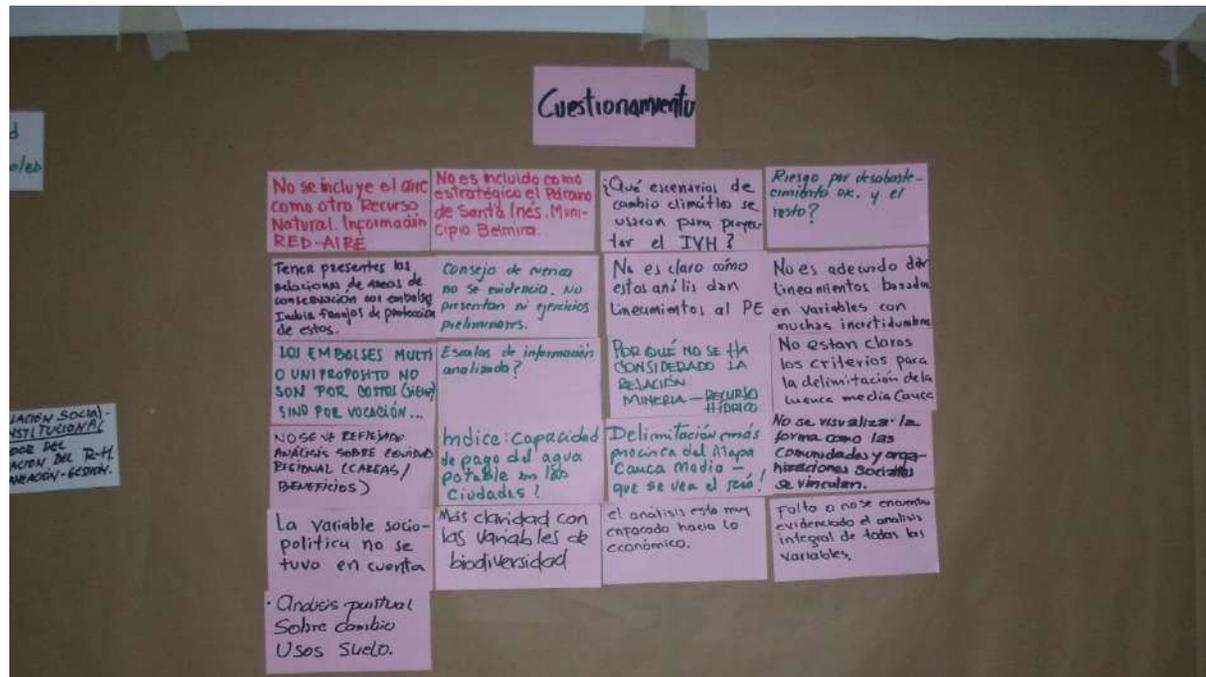
MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIAS DE LA PRIMERA RONDA DE TALLERES FASE DIAGNÓSTICO: BAJO CAUCA SINCELEJO, 31 DE MAYO DE 2013

1. Primer Momento: Sensibilización y Aprestamiento.

En este momento el facilitador del taller desarrolla una dinámica rompehielos, además:

- Indaga sobre las instituciones presentes.
- Informa sobre los propósitos del taller y sobre la contextualización del taller en el proceso de formulación de los Planes Estratégicos.
- Da una idea de los momentos siguientes (Presentación ministerio, variables claves, análisis diagnóstico)

ENTIDADES	ENTIDADES	OBJETIVOS DEL TALLER	AGENDA DEL TALLER
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alcaldía de Sincelejo - Secretaría de Planeación ➤ Alcaldía Municipio de Majagual ➤ Alcaldía Municipio de San Marcos ➤ ASOCARS ➤ Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena - CORMAGDALENA ➤ Corporación para el Desarrollo Sostenible de La Mojana y El San Jorge – CORPOMOJANA 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ECOPETROL ➤ FEDEGAN ➤ IDEAM ➤ Universidad de Sucre 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar variables relevantes en el desarrollo de la zona hidrográfica ➤ Vinculación y participación de actores clave en el proyecto ➤ Análisis del diagnóstico de Plan Estratégico ➤ Planificar y desarrollar talleres y reuniones con expertos y con actores clave de la Macrocuena, acerca de su evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales, acerca de la capacidad de asimilación de la Macrocuena para soportar dicho desarrollo, y del alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma. ➤ Validación de “variables clave”. 	<p>Ruta Crítica</p> <p>Primer Momento: Sensibilización y Aprestamiento.</p> <p>Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.</p> <p>Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.</p> <p>Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.</p>

2. Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.

El representante del ministerio desarrolla una presentación sobre el contexto institucional y normativo. El facilitador desarrolla un ejercicio ordenado para determinar cuáles son las expectativas de los asistentes acerca de los planes estratégicos y como deberían ser los lineamientos de dichos planes.

EXPECTATIVAS	LINEAMIENTOS
<ul style="list-style-type: none">➤ Diagnóstico del uso de las orillas➤ Lineamientos de gestión.➤ Vigilancia y Control➤ Plan Integral del Recurso Hídrico de la cuenca.➤ Conservación.➤ Enfoque muy económico	<ul style="list-style-type: none">➤ La socialización.➤ Inclusión de todos los usuarios de la cuenca.➤ Caracterización de la cuenca.➤ Articular desarrollo y sostenibilidad.➤ Desarrollo de sistema de soporte a la toma de decisiones. <p>Incluir la participación activa de la comunidad.</p>

3. Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.

Integrantes del equipo consultor presentan de manera breve el contexto geográfico para el cual se desarrollará el ejercicio y las dimensiones geográficas en dicho contexto (Szh, Deptos, municipios, etc.). El facilitador desarrolla el ejercicio con técnicas visuales para identificar y clasificar los temas o factores claves.

- Relación minería y salud humana
- Transporte fluvial
- Uso sostenible suelo, agua, flora y fauna
- Uso ambiental explotación minera
- Eutroficación
- Uso del suelo, ganadería, conflicto, búfalos
- Competencias institucionales
- Presencia de grupos al margen de la ley
- Contaminación del recurso hídrico
- Sedimentos, capacidad hidráulica
- Estado actual de la cuenca
- Seguridad alimentaria
- Población
- Participación sociedad civil
- Instituciones públicas y privadas
- Recursos existentes
- Regulación caudales
- Asentamientos e inundaciones
- Comunidades indígenas
- Dinámica de las inundaciones
- Proyectos exploratorios hidrocarburos
- Dragado ríos-sectores
- Recursos económicos
- Ambiental
- Conocimiento sector primario de la región estudiada
- Aspectos sociales
- Valoración inf. Vial
- Repercusión en la niñez por minería
- Saneamiento ambiental
- Reglamentación uso del suelo
- Repercusión en la economía
- Recopilación investigaciones existentes
- Repercusión en la salud
- Reubicaciones población
- Aguas subterráneas
- Fauna y flora
- Navegabilidad
- Futuro económico
- Futuro poblacional
- Jurídico de ordenamiento territorial

4. Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.

Este momento inicia con la presentación por parte de la UT de un análisis diagnóstico preparado para cada zona geográfica según los TR. Posteriormente el Facilitador desarrolla un ejercicio que permita conocer las impresiones de los asistentes acerca de dicho análisis, como podría ser complementado, cambiado o mejorado.

NO ME GUSTÓ	LES SUGIERO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estandarizaron todo ➤ No se incluyó planes de compensación forestal ➤ No se incluyó generación actual de empleo por recurso hídrico ➤ No se amplió la socialización del proyecto ➤ No se tuvo en cuenta sector avícola en diagnóstico 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alinear proyectos de biodiversidad ➤ Determinar calidad de agua – ➤ Mapa hídrico de las Macrocuencas (ríos, quebradas, arroyos, ciénagas) ➤ Medir sedimentación Bajo Cauca ➤ Responsabilidad manejo de la cuenca ➤ Dimensionar el impacto de ganadería y de las bufaleras en la Macrocuenca ➤ Escases de agua, Alto IVH, que hacer? ➤ Análisis de pagos por contaminación hacia zonas bajas que reciben impactos de intervenciones en zonas altas ➤ CARSUCRE tiene información de agua subterránea ➤ Determinar impacto de obras de control de inundaciones en el recurso hídrico ➤ Identificar pérdidas de cauce por influencia del hombre ➤ Ampliar estado del arte ➤ Impactos por contaminación mercurio, cianuro, arsénico. ➤ Introducir a las universidades en el proyecto ➤ Censar población capacitada con manejo de recurso hídrico ➤ Cuantificar residuos de contaminación de ciudades a las aguas ➤ Insistir en mantenimiento de plan de compensación forestal

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: BAJO CAUCA
MAYO 31 DE 2013 – CENTRO DE EVENTOS MALIBU - SALÓN MOCANÁ

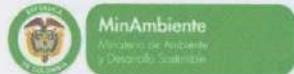
Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Carlos Barboza	Asocars	Coordinador	carbo-franc@asocars.org.co	3173820806	[Firma]
2. Jesús Zapata	fedragon	Coordinador	jzapata@fedragon.org.co	3112626291	[Firma]
3. Jorge Góngora	ecopetro	Profesional y coordinador ambiental	ggongora@ecopetro.com.co	3157331152	[Firma]
→ 4. Javier Martínez	com Magdalena	abogado ambiental	jmartinez@commagdalena.com.co	3163775015	[Firma]
5. Euviel Millán	Universidad del Cauca	Docente	euviel.millan@unisucho.edu.co	302289481	[Firma]
* 6. Francisco Parra	Alcaldía San Marcos	Técnico	franco-parra@hotmail.com	3116918248	[Firma]
7. Leuger Cortez	copamocana	Profesional ambiental	leuger.camilo@yahoo.com	3014032545	[Firma]
8. Urbano Mesa	Alcaldía Magdalena	Asistente	urubomesa@hotmail.com	3114333784	[Firma]
9. Luis Patrón	Unidad ambiental alcaldía Sinaleja	Técnica operativa	lvcho-patron@hotmail.com	3135442025	[Firma]
10. Juan Carlos	Asocars				

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



(1)



PROSPERIDAD PARA TODOS



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: BAJO CAUCA
MAYO 31 DE 2013 – CENTRO DE EVENTOS MALIBU - SALÓN MOCANÁ

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Gab. del Saldaniago	IDEAM	Progenitora	gsaldaniago@ideam.gov.co	3163846016	
2. Luis Alfredo Diez	Universidad de Sucre	Procurador	lucaldiepe@yahoo.es	3107253622	
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



(2)

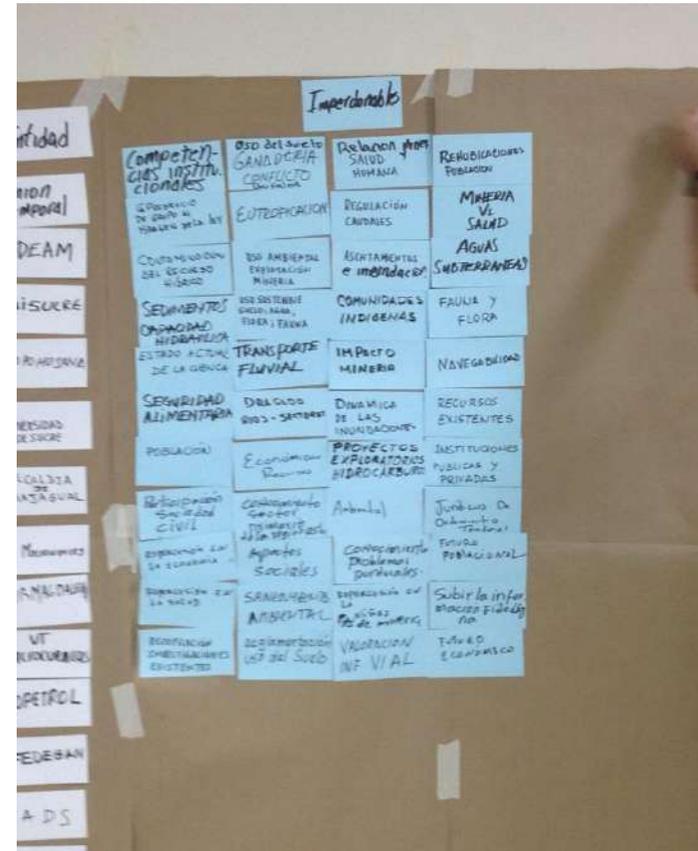
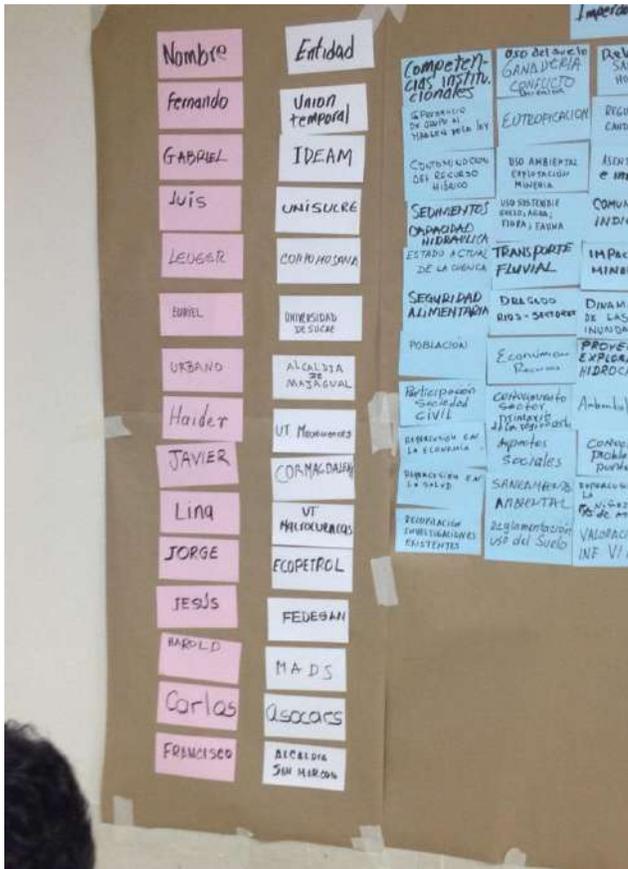
MEMORIA FOTOGRÁFICA



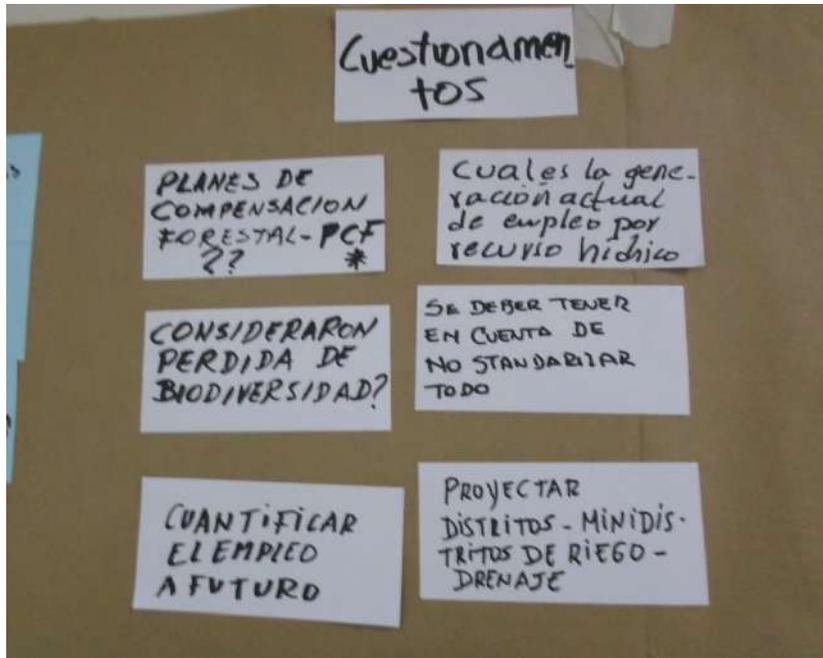
MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIA FOTOGRÁFICA



MEMORIAS DE LA PRIMERA RONDA DE TALLERES FASE DIAGNÓSTICO: ALTO CAUCA CALI, 6 DE JUNIO DE 2013

1. Primer Momento: Sensibilización y Aprestamiento.

En este momento el facilitador del taller desarrolla una dinámica rompehielos, además:

- Indaga sobre las instituciones presentes.
- Informa sobre los propósitos del taller y sobre la contextualización del taller en el proceso de formulación de los Planes Estratégicos.
- Da una idea de los momentos siguientes (Presentación ministerio, variables claves, análisis diagnóstico)

ENTIDADES	ENTIDADES	OBJETIVOS DEL TALLER	AGENDA DEL TALLER
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fundación Río Cauca ➤ Gobernación Valle del Cauca - Secretaría de Planeación ➤ Isagen ➤ Parques Nacionales ➤ Universidad del Valle : Cinara - Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico ➤ UPRA ➤ Zona Franca del Pacífico 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alcaldía de Popayán ➤ ASOCAÑA ➤ CIPAV ➤ Corporación Autónoma Regional del Cauca – CRC ➤ Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC ➤ COTELCO VALLE ➤ DAGMA ➤ EMCALI ➤ EPSA ➤ FEDEPANELA ➤ 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar variables relevantes en el desarrollo de la zona hidrográfica ➤ Vinculación y participación de actores clave en el proyecto ➤ Análisis del diagnóstico de Plan Estratégico ➤ Planificar y desarrollar talleres y reuniones con expertos y con actores clave de la Macrocuena, acerca de su evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales, acerca de la capacidad de asimilación de la Macrocuena para soportar dicho desarrollo, y del alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma. ➤ Validación de “variables clave”. 	<p>Ruta Crítica</p> <p>Primer Momento: Sensibilización y Aprestamiento.</p> <p>Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.</p> <p>Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.</p> <p>Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.</p>

2. Segundo Momento: Alcance de los lineamientos y directrices del Plan Estratégico para garantizar el desarrollo sostenible de la misma.

El representante del ministerio desarrolla una presentación sobre el contexto institucional y normativo. El facilitador desarrolla un ejercicio ordenado para determinar cuáles son las expectativas de los asistentes acerca de los planes estratégicos y como deberían ser los lineamientos de dichos planes.

EXPECTATIVAS	LINEAMIENTOS
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Muchos datos y poca influencia de la comunidad. ➤ No se evidenció el proceso de participación social. ➤ Enfoque muy económico. ➤ Incorporación de los recursos hídricos y sus actividades en los Planes de Administración del Gestión del Riesgo. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Competencias institucionales. ➤ Relación marítimo –fluvial. ➤ Incluir análisis de orillas. ➤ Priorización de actividades de zonas de inundación. ➤ Describir la emergencia del público (Riesgo, amenaza y vulnerabilidad.) ➤ Articular desarrollo y sostenibilidad. ➤ Desarrollo de sistema de soporte a la toma de decisiones. <p>Incluir la participación activa de la comunidad.</p>

3. Tercer Momento: Identificación y clasificación de temas o factores Clave.

Integrantes del equipo consultor presentan de manera breve el contexto geográfico para el cual se desarrollará el ejercicio y las dimensiones geográficas en dicho contexto (Szh, Deptos, municipios, etc.). El facilitador desarrolla el ejercicio con técnicas visuales para identificar y clasificar los temas o factores claves.

- Aguas subterráneas – Oferta y demanda
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales en la cuenca alta
- Valoración económica, social y ambiental de bienes y servicios provistos por la Macrocuenca
- Resolver lo de autonomía de grupos étnicos en procesos de planificación
- Contaminación difusa y puntual
- Avance y vigencia del CONPES 3624
- Participación pluralista y democrática de otros actores sociales
- Relación economía-ambiente
- Instrumentos financieros existentes para financiar el plan
- Información generada en los POMCAS formulados y en formulación
- Implicaciones de restringir el uso potencial hidroeléctrico del país
- Uso del suelo vs realidad del uso
- Importancia de la hidroelectricidad en el desarrollo del país
- Articulación de los distintos planes existentes en la cuenca
- Escenario posible si se firma acuerdo de paz
- No se debe permitir explotación minera
- Diagnóstico y análisis de la capacidad institucional, técnica, legal y financiera actual con miras a la implementación del plan
- Conciliar intereses que permitan la pertinencia y puesta en marcha del proceso independientemente de los actores de turno
- Componente social de los cultivos ilícitos
- Estado de los tributarios identificados como más críticos
- Información de parques nacionales
- Estado actual de los bosques
- Protección de la ribera en zonas urbanas y pobladas
- Minería legal e ilegal
- Demanda de agua por distritos de adecuación de tierras
- Aspectos relacionados con la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial
- Corredores de tráfico de ilícitos (armas, drogas)
- Caracterización de las comunidades de la zona
- Análisis básico de la cuenca aportantes
- Identificación de las falencias de información y como llenar los vacíos
- Protección de fauna y flora
- Contaminación puntual vs. Contaminación difusa – Inventario cantidad y calidad por sectores productivos
- Taller diagnóstico con actores institucionales y gremiales del macizo colombiano.
- Recursos tecnológicos para monitoreo del área
- Metas de los planes departamentales del agua
- Riesgo asociado al cambio climático o variabilidad climática
- Qué áreas mínimas se requieren proteger, evitar sedimentación
- Factores claves de las cuencas tributarias al Cauca
- Usos del recurso hídrico y criterios de calidad
- Análisis riesgos en salud y ambiente
- Análisis institucional de implementación de planes y proyecto

4. Cuarto Momento: Evolución y tendencias de desarrollo en relación con el recurso hídrico y los demás recursos naturales.

Este momento inicia con la presentación por parte de la UT de un análisis diagnóstico preparado para cada zona geográfica según los TR. Posteriormente el Facilitador desarrolla un ejercicio que permita conocer las impresiones de los asistentes acerca de dicho análisis, como podría ser complementado, cambiado o mejorado.

NO ME GUSTÓ	LES SUGIERO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ No inclusión de los diferentes actores sociales ➤ Falta análisis de servicios ecosistémicos ➤ No se tuvo en cuenta la jurisdicción de Parques Nacionales en el área hidrográfica ➤ La escala de análisis ➤ No incluir los territorios étnicos ➤ No se observa en línea base el crecimiento de la producción de biocombustibles ➤ En la división fisiográfica como está, se altera el análisis S-E de lo que se considera Cuenca Alta ➤ No se incluye demanda ambiental. Solo demanda antrópica ➤ Desbalance de temas exagerando lo económico y poco sociopolítico ➤ En plan debe considerar aún más los actores regionales, no solo información secundaria ➤ Desacuerdo con la escala adoptada ➤ Asignación títulos mineros en áreas protegidas ➤ Análisis sobre las zonas de viviendas de alto riesgo ➤ 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Adecuar la división de las subcuencas del río Dagua ➤ Tener en cuenta prioridades de conservación por instancias regionales y nacionales ➤ Presentar cifras de áreas protegidas, resguardos, cultivos ilícitos ➤ Precisar con escala adecuada superposición de mapas de minaría ilegal y ecosistemas estratégicos ➤ Incluir priorización de las subzonas hidrográficas ➤ Indicar el estado preliminar de “salud” de la zona ➤ Análisis vulnerabilidad cambio climático ➤ Incluir análisis de tendencia demográfica ➤ Vulnerabilidad del riesgo ➤ Incluir en el diagnostico el énfasis de calidad del agua y sus causas ➤ Incluir plan de acción descontaminación y recuperación de afluentes contaminados ➤ Consultar información de la CVC, CRC y universidades ➤ Incluir análisis de calidad ➤ Definir con más claridad los alcances de “lo estratégico” ➤ Incluir conflicto y control de las zonas por actores armados ➤ Incluir áreas forestales ➤ Mostrar potenciales nuevos hidroeléctricos desarrollados ➤ Incluir consulta previa ➤ Vincular actores al diagnostico ➤ Incluir marco jurídico ordenamiento ➤ Acuerdos sobre instrumentos financieros ➤ Uso de las riberas debe analizarse con variables indicativas más allá de los WWF ➤ Incluir impactos del TLC ➤ Abordar a nivel más detallado tema social-cultural

LISTA DE PARTICIPANTES

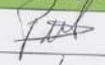
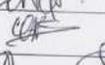
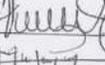
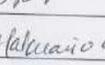
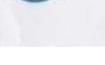


MinAmbiente
Ministerio del Ambiente
y Desarrollo Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**




FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNÓSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: CAUCA ALTO
JUNIO 6 - AUDITORIO DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC CARRERA 56 # 11 - 36

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Pedro Moreno	ASOCANA Fondo Agua por la vida	Coordinador Fondo Agua	pmoreno@asocana.org	3137502730	
2. Juliana Chará	CIPAV	Coordinadora Investigación	Julian@cipav.org.co	3722679869	
3. Diana Marcela Neding	COTELVALLE	Coordinadora (capataciones)	logistica@cotelvalle.com	4855753	
4. Carlos Andrés Pérez	ISAGEN	Profesional Ambiental	caperez@isagen.com.co	3256923	
5. Diana Amparo Cardona	CINARA Univalle	Ingeniera Proyectos	diana.a.cardona@ correounivalle.edu.co	3392345 Ext 130	
6. Edward Manjarrés	Zona Franca del Pacífico	Director de seguridad	emanjarrés@zona francaelpacifico.com	2800222 Ext 103	
7. Wilson Gamba	UPRA Min. Agricultura	Cartagista Análisis de Riesgos	wilson.gamba@ upra.gov.co	3013709396	
8. Diego Fernando Amínquez	Empresa Energía del Pacífico	Gestor Ambiental	ddominguez@epsa.com .co	3206178363	
9. Liliana Bravo	Alcaldía Popayán Emp. Ineducte	Asistente Ambiental	lilianabf68@hotmail. com	3146813768	
10. Gloria Almarín	EMCALI	Profesional	glalmarin@emcali.com	8996212	

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
 PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE







①

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Tercer Sector
y Economía, Sostenible

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUECNA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUECNA MADALENA ZONA: CAUCA ALTO
JUNIO 6 - AUDITORIO DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC CARRERA 56 # 11 - 36

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Bernardo Veloz	Gobernación Planeación	Profesional Universitario	bveloz@valledelcauca.gov.co	6200000 ext 1242	<i>B. Veloz</i>
2. Jorge Eliécer Ortiz Dussan	CVC	Profes. Especializado	jorge.ortiz@valledelcauca.gov.co	6206600 ext 329	<i>J. Ortiz</i>
3. Diana Isabel Zuniga	Parques Nacionales	Prof. universitario	dizuniga@parquesnacionales.gov.co	301592614	<i>D. Zuniga</i>
4. Angela Maria Salazar	Fundación Rio Cauca	Directora	Fundacionriocauca@gmail.com	3373706	<i>A. Salazar</i>
5. Gustavo Alberto Trujillo	CVC	Prof. Especializado	gustavo-alberto.trujillo@valledelcauca.gov.co	6206600 ext 307	<i>G. Trujillo</i>
6. Oscar Emilio Aldama Buitrago	CVC	Prof	oscar-emilio.aldama@valledelcauca.gov.co	6206600 ext 307	<i>O. Aldama</i>
7. Josefina Hidalgo	DAGMA	Asesor	Finahco@gmail.com	6534016	<i>J. Hidalgo</i>
8. Jairo Alfonso	CVC	Planeación	jairo.alfonso@valledelcauca.gov.co	3122961780	<i>J. Alfonso</i>
9. Luis Fernando Villaguirán	Planeación Acad. EMCAU	Prof. 1	lvillaguiran@emcau.com.co	8996213	<i>L. Villaguirán</i>
10. Jose Carón	EMCALI	Director Aguas Residuales	jcaron@emcali.com.co	8996401	<i>J. Carón</i>

UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUECNAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE

Valoración Económica Ambiental S.A.S.



(2)

LISTA DE PARTICIPANTES



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

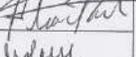
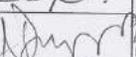
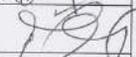
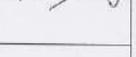




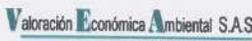
Ordenando
Nuestra Cuenca
CORPORACIÓN
REGIONAL
BOG 0113303



FORMULACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA LA MACROCUENCA MAGDALENA-CAUCA
TALLER DE VALIDACIÓN DEL DIAGNOSTICO MACROCUENCA MADALENA ZONA: CAUCA ALTO
JUNIO 6 - AUDITORIO DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA – CVC CARRERA 56 # 11 - 36

Nombre	Entidad	Cargo	e-mail	Teléfono	Firma
1. Juan Ivan Sanchez	Parques Nacionales	Director Territorial	jisanchez@parquesnacionales.com.co	3157383069	
2. Maria Teresa Restrepo	Fundación EPRODESA	Profesional de Apoyo	mater14@hotmail.com	3905536	
3. Gloria Parz	CVC	Prof. Especializada	gloria-isabel.parz@cvc.gov.co	3181700	
4. Jose Hussain Pizcos Franco	CRC	Prof. Universitario	hriascos@crc.gov.co	8203232 EXT 104	
5. Maria Patricia Mendoza	CVC	Planación	maria-patricia.mendoza@cvc.gov.co	6206605 EXT 211	
6. Erica Rodriguez	Fedapanela	Trabajadora Social	erodriguez@fedapanela.org.co	3163796028	
7. AMPARO DORQUEV	CVC-Div. TECNIA	INGENIERA	amparo.dorquev@cvc.gov.co	3104137162	 <small>Pres DE LAS TERCERAS</small>
8. Mauricio Bajas P	MADS	Asesor DEIRH	maurbajas@yahoo.com	3166900071	
9.					
10.					

**UNION TEMPORAL PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES ESTRATÉGICOS
PARA LAS MACROCUENCAS DE MAGDALENA-CAUCA Y CARIBE**

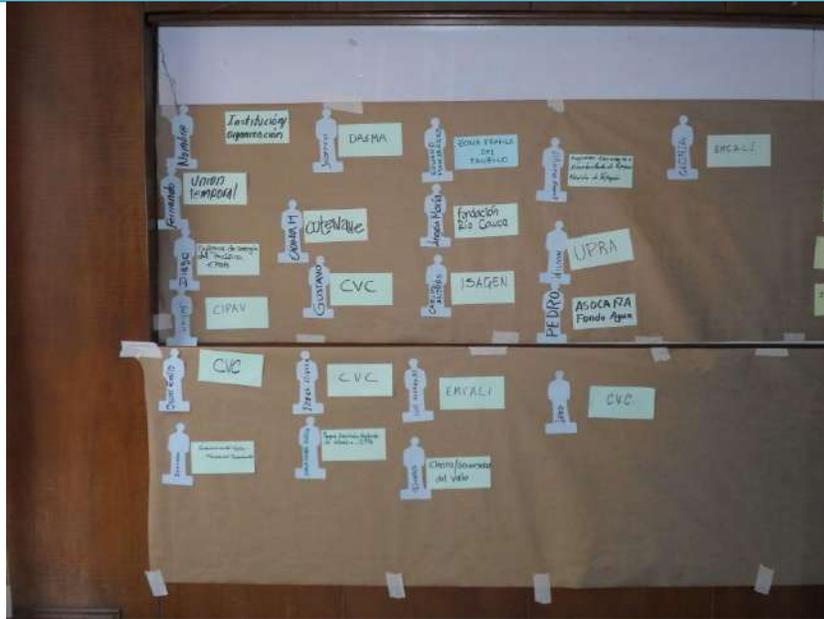


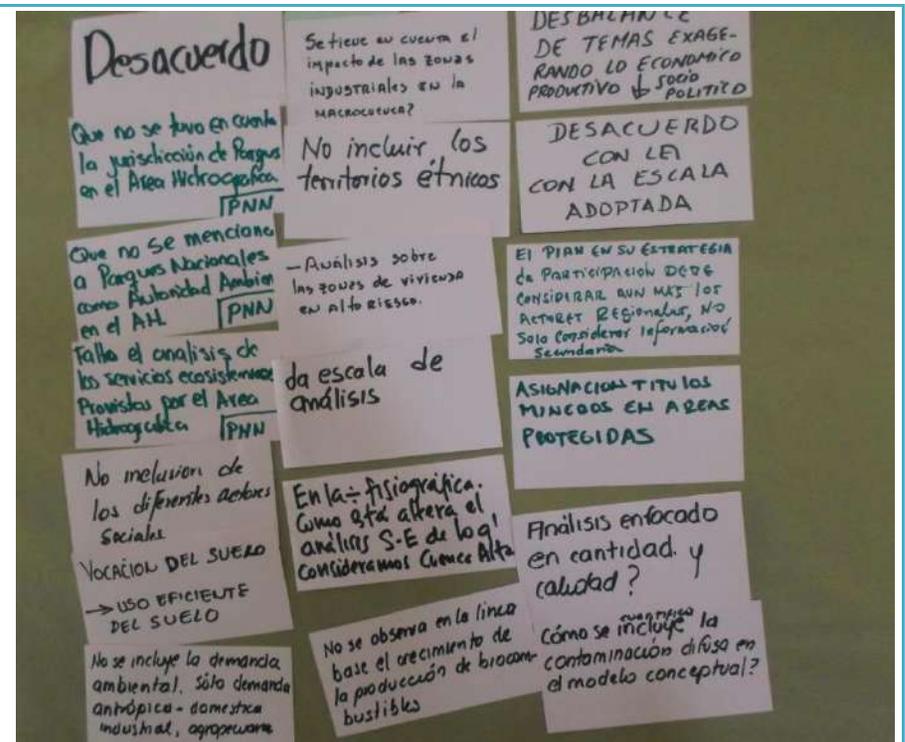




3

MEMORIA FOTOGRÁFICA





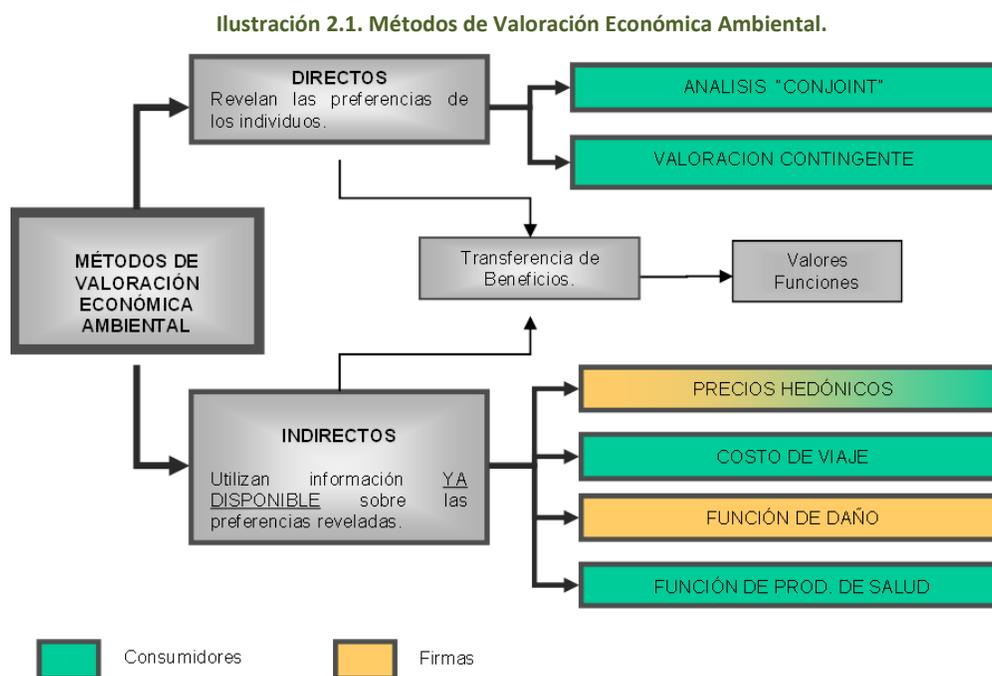


2.11 ANEXO 2. MÉTODOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

La valoración económica de los bienes y servicios ambientales es una herramienta útil y complementaria en la definición de políticas y acciones tendientes a la armonización la productividad, los hogares y los recursos naturales y ambientales.

La contribución de la valoración económica ambiental está fundamentalmente relacionada con la argumentación necesaria para entender que el mantenimiento del flujo de bienes y servicios ambientales tiene un respaldo social y en ocasiones una contribución importante a la reducción de costos de funcionamiento de la empresa. En otras palabras, las inversiones ambientales cuentan con un retorno de bienestar social, en la cuantificación de dicho retorno es en lo que esencialmente contribuye la valoración económica ambiental.

La gestión ambiental provoca cambios en los flujos de bienes y servicios ambientales y por consiguiente cambios en el bienestar social. Dichos cambios en el bienestar de los hogares y las firmas pueden ser cuantificados mediante las metodologías de valoración económica ambiental. En la Ilustración 2.1 se presentan los métodos de valoración económica clasificados en métodos directos y métodos indirectos.



Fuente: (Jaime Rueda, 2007)

Sobre cada uno de los métodos se presentará a continuación una serie de generalidades, la utilidad y las principales aplicaciones.

2.11.1 Análisis “Conjoint”

El análisis “Conjoint” es una técnica usada para estudiar cómo las características de un bien o servicio ambiental influyen en las decisiones de consumo de los individuos. Se basa en que los consumidores asignan valor a un bien o a un servicio observando la combinación de los diferentes niveles de sus atributos, incluido su precio. (Jaime Rueda, 2007)

Adquirió popularidad en el campo de mercadeo donde se usa desde hace 30 años para describir el impacto que tiene la variación de las características de un bien sobre el consumo del mismo. También permite explicar porque los consumidores prefieren una marca o un proveedor del bien.

El proceso del análisis “Conjoint” como herramienta para la evaluación *ex-ante* de políticas públicas empieza cuando a cada individuo encuestado se le presenta un conjunto de opciones de política. Se presenta la opción de desarrollar, o no, una determinada política, o la combinación de varios niveles de diferentes políticas. Los individuos proceden entonces a evaluar las opciones. De acuerdo con la metodología de la encuesta seleccionada, las personas encuestadas pueden calificar las opciones, ordenarlas o comparar cada una de ellas con el “*status quo*”. En la Tabla 2.1 se presenta un ejemplo de configuración de opciones.

Tabla 2.1. Configuración de Opciones en Análisis “Conjoint” para Evaluar Políticas.

Opción “j” de j=A a J	Políticas		Precio del plan de políticas	Alternativas Posibles para Evaluar las Opciones.		
	Política No. 1	Política No. 2		Calificación r^{ij} de $i=1$ a N^* “j” de $j=A$ a J°	Ordenamiento o^{ij} de $i=1$ a N^* “j” de $j=A$ a J°	Comparación c^{ij} de $i=1$ a N^* “j” de $j=A$ a J°
A “status quo”	$q_1^A=0$	$q_2^A=0$	p^A	r^{iA}	o^{iA}	-----
B	$q_1^B=1$	$q_2^B=0$	p^B	r^{iB}	o^{iB}	$c^{i(B^*A)}$
C	$q_1^C=0$	$q_2^C=1$	p^C	r^{iC}	o^{iC}	$c^{i(C^*A)}$
D	$q_1^D=1$	$q_2^D=1$	p^D	r^{iD}	o^{iD}	$c^{i(D^*A)}$

* $i=1$ a N Individuos.

° de $j=A$ a J Opciones.

Fuente: (Jaime Rueda, 2007)

En tabla anterior se establecen cuatro opciones (**A**, **B**, **C** y **D**). La primera opción corresponde al “*status quo*”; esta opción indica que no se desarrolla ninguna política, ($q_1^A=0$) y ($q_2^A=0$). La segunda opción (**B**) plantea adelantar la política No. 1 ($q_1^B=1$) y no adelantar la política No. 2 ($q_2^B=0$). La opción (**C**), propone la no realización de la política No. 1 ($q_1^C=0$) y adelantar la política No. 2 ($q_2^C=1$). La opción (**D**) plantea adelantar la política No. 1 ($q_1^D=1$) y la política No. 2 ($q_2^D=1$).

En este modelo las opciones puestas en consideración del individuo son ordenadas de mayor a menor según sus preferencias. El ordenamiento de las opciones puede ser solicitado de forma explícita. Alternativamente, el ordenamiento podría generarse a partir de la calificación asignada a dichas opciones. Sin embargo, en este caso todas las opciones deben ser ofertadas. Bajo este enfoque se plantea el siguiente problema de maximización de la utilidad:

$$\begin{aligned} \text{MAX } u^i(x^i, O^j, q_1^j, q_2^j, z^i, w^{ij}) + e^{ij} & \text{ Ecuación 21} \\ \text{s.a } p^j O^j + x^i & = m^i \end{aligned}$$

Dónde:

- x^i Vector que indica el consumo de otros bienes de mercado
- O^j Son las opciones disponibles para cada individuo.
- q_1^j Vector relacionado con el desarrollo de la política No. 1.
- q_2^j Vector relacionado con el desarrollo de la política No. 2.
- z^i Representa un vector de características socioeconómicas de los individuos.
- w^{ij} Son las variables combinadas, características de individuos y atributos de las opciones.
- p^j Representa el precio de cada plan de políticas.
- m^i Representa el ingreso del individuo "i"
- e^{ij} Representa el conjunto de variables que no se pueden medir pero influyen en la toma de decisiones.

El proceso de maximización planteado anteriormente conducirá a funciones de demanda por cada una de las opciones. Es decir, podrá explicarse cómo las características de los individuos y los atributos de las opciones influyen en su ordenamiento por parte de los individuos. Al remplazar estas funciones en la función de utilidad directa se obtiene la siguiente función de utilidad indirecta. (Dow, 1999)

$$v^{ij} = v(q_1^j, q_2^j, z^i, w^{ij}) + \beta_1(m^i - p^j) + e^{ij} \text{ Ecuación 22}$$

Con la forma funcional para la utilidad indirecta, ahora debe mostrarse la medida del bienestar asociada a los diferentes planes de política contenidos en las opciones. Inicialmente se plantea la igualdad de indiferencia que permite encontrar una forma analítica para la variación compensatoria.

$$V^{ij}(p^j, q_1^j, q_2^j, m^i - VC) = V^{i0}(p^0, q_1^0, q_2^0, m^i) \text{ Ecuación 23}$$

Teniendo en cuenta que "VC" representa la variación compensatoria y siguiendo los desarrollos realizados por (Hanemann, 1985), se tiene la siguiente expresión matemática para la variación compensatoria individual.

$$VC^i(o^k) = \left(\frac{1}{\beta_1} \right) \cdot \left(Ln \left[\sum_{j=1}^m e^{V_{kj}} \right] - Ln \left[\sum_{j=1}^m e^{V_{0j}} \right] \right) \text{ Ecuación 24}$$

Dónde:

- β_1 Representa la utilidad marginal del ingreso.
- V^{ij}_0 Representa la utilidad indirecta antes del cambio.
- V^{ij}_k Representa la utilidad indirecta después del cambio en la seguridad y la conservación sugerido por la propuesta “k”.
- $CV_i(0 \text{ to } k)$ Representa la variación compensatoria por pasar del estado inicial al cambio un nivel de mejora y calidad ambiental “k”.

El análisis *conjoint* tiene especial utilidad cuando es necesario valorar cambios en los bienes de flujos ambientales producto de una combinación de acciones o políticas.

2.11.2 Valoración Contingente.

Este método sirve para construir la demanda de cualquier bien, sea éste de mercado o no mercado. La primera inclusión de esta técnica en el campo de la economía ambiental y de recursos naturales fue en 1964 cuando Davis realizó un estudio de entrevistas para averiguar los beneficios por mejoras en recreación de la personas. Desde esa fecha hasta el presente, existe un gran volumen de estudios tanto a nivel teórico como empírico sobre el tema. Se diferencia del análisis *conjoint* en que mediante este método solo se puede evaluar un cambio en los flujos de bienes y servicios, un movimiento desde el statu quo a una situación en particular, mientras que el análisis *conjoint* puede evaluar varios estados de cambio.

Es un método de construcción de preferencias que no utiliza información sobre el comportamiento de las personas en los mercados reales: “preferencias establecidas”. Después del derrame del Transportador de petróleo Exxon Valdez, este método comenzó a tener gran fuerza entre los economistas ambientales y de recursos naturales. En el Panel NOAA (National Oceanographic Atmospheric Administration) se produjo un intenso debate entre los economistas ambientales y de recursos naturales más famosos en torno a la valoración económica de los daños causados por el derrame de la Exxon Valdez en Alaska, en 1989. (Uribe, Mendieta, Jaime, & Carriazo, 2003)

En la actualidad el Método de Valoración Contingente MVC es muy popular entre los investigadores en el campo de la Economía Ambiental y de Recursos Naturales, y entre organismos tales como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo. Ellos lo utilizan para estimar beneficios de proyectos no solo en el área ambiental si no en sectores tales como transporte, salud y educación, entre otros. En el campo de la valoración económica ambiental esta metodología se vuelve relevante en los casos en que no se cuenta con ningún tipo de información sobre el bien a valorar. Incluso, es mucho más relevante si se toma en cuenta que es la única metodología de valoración

disponible para la estimación de valores de no uso que presentan ciertos activos ambientales (Uribe, Cruz, Coronado, García, Panayotou, & Faris, 2001).

Con la MVC se puede fundamentalmente Evaluar los beneficios de proyectos que tienen que ver con bienes y/o servicios que no tienen un mercado definido, en la metodología se estima la disponibilidad a pagar (DAP) de los individuos por mejoras ambientales.

Si por ejemplo, se está pensando en una mejora en la calidad del agua de un río mediante su descontaminación, entonces un individuo tendrá un mayor nivel de bienestar después de la descontaminación. Esto se puede representar como:

$$U^1(\text{Agua del Río Limpia}) > U^0(\text{Agua del Río Sucia}) \text{ Ecuación 25}$$

Para medir el cambio en el bienestar de un individuo derivado del mejoramiento de la calidad del agua, se tendría que establecer un pago por acceder a dicha mejora. Este pago implicaría una reducción en el ingreso disponible del individuo. Suponiendo que el bien que se ofrece: “nueva calidad del agua del río” se representa por la letra, q , y que el ingreso disponible del individuo se representa por la letra, m , entonces el individuo sería indiferente entre comprar el bien o no comprarlo, sí y solo sí.

$$U^1(m - \text{Pago}, Q^1) = U^0(m, Q^0) \text{ Ecuación 26}$$

Donde Q^1 = Situación con agua limpia, Q^0 = Situación con agua sucia. Por lo tanto, el cambio en utilidad, en términos monetarios, podría medirse a partir de la disponibilidad a pagar que tiene el individuo por acceder a los beneficios del bien ofrecido (nueva calidad del agua del río).

Dado que se trata de una construcción de preferencias de los individuos por un bien del que no hay referentes para él en los mercados, la infamación ofrecida de dicho bien es crucial para que la medida de bienestar estimada sea la más ajustada a la verdadera disponibilidad a pagar de los individuos.

2.11.3 Precios Hedónicos

De acuerdo con (Hoesli, Thion, & Watkins, 1997), la Metodología de Precios Hedónicos se ha utilizado para diversos propósitos. Específicamente en el campo de la valoración económica ambiental se ha utilizado para estimar el precio implícito de una amplia variedad de atributos ambientales que, como la calidad del aire, el nivel de ruido, pueden aumentar o disminuir el precio de un inmueble. En particular, la proximidad a cuerpos de agua genera servicios como el disfrute paisajístico si el ecosistema se encuentra en buen estado, de lo contrario, éste se convertiría en un mal puesto que aumenta el riesgo de inundación, la presencia de malos olores, entre otros y por consiguiente disminuiría el valor de la vivienda. (Hernandez Hernandez, 2004)

El análisis hedónico permite ver los bienes diferenciados como compuestos por partes agregadas. Aunque el agregado de la canasta puede no tener un precio único, los atributos que la componen sí, o por lo menos tienen una estructura de precios común. (Sheppard, 1999). La Función de Precios Hedónicos permite diferenciar todos los atributos que posee un bien, tratar de valorarlos independientemente y estimar cuánto inciden en el precio total del bien. Por esta razón sería posible mirar la demanda para las viviendas, basados no en las unidades construidas como un todo, sino en sus características (Hernandez Hernandez, 2004).

La Función de Precios Hedónicos es el resultado de la interacción entre consumidores, en este caso arrendatarios y productores, en este caso arrendadores. En términos económicos, estos agentes tienen racionalidad maximizadora y se encuentran en un mercado en competencia perfecta, que implica que los precios reflejan la valoración que los agentes le otorgan a los bienes. El valor del arrendamiento de un inmueble en un periodo de tiempo está determinado por el flujo de servicios que éste provee, derivados de sus características estructurales, ambientales y del vecindario, es decir la Función de Precios Hedónicos estaría determinada por la siguiente expresión.

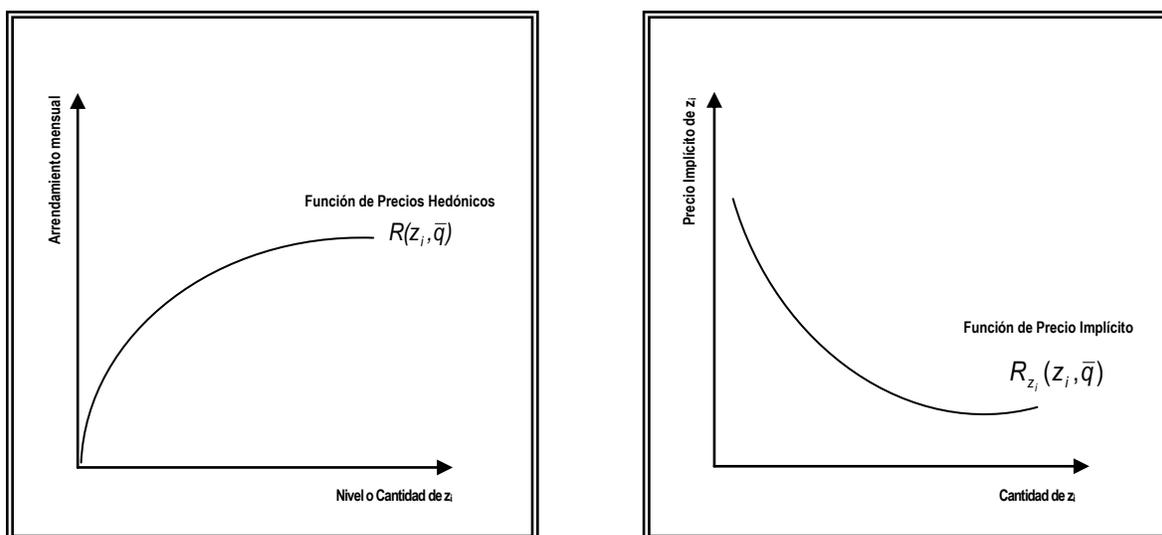
$$R = R(z_i; \bar{q}) \text{ Ecuación 27}$$

Donde R es el valor del arrendamiento mensual y z_i es el vector de características ambientales del inmueble, \bar{q} es el vector de otras características físicas y estructurales del inmueble, aparece como constante para efectos del desarrollo introductorio del presente informe.

$$R_{z_i}(z_i, \bar{q}) = \frac{\partial R(q)}{\partial z_i} \text{ Ecuación 28}$$

La Función de Precios Implícitos para una característica ambiental z_i cuyo precio marginal no es constante se muestra en el lado derecho de la Gráfica 1. Ésta representa la cantidad adicional que debe pagar el arrendador para obtener una mayor cantidad de una característica, manteniendo las demás iguales, como se muestra en. (Freeman, 2003).

Gráfica 1. Función de Precios Hedónicos y Función de Precio Implícito.



Fuente: (Hernández, 2004)

Por lo anterior, es posible encontrar el efecto sobre el precio de un cambio en los flujos de bienes y servicios, por ejemplo la contaminación.

2.11.4 Función de Daño.

Muchas empresas utilizan recursos naturales como el agua, el aire, el suelo, las poblaciones de peces y los bosques como fuente de materia prima para la producción de bienes y servicios. Cualquier cambio en la calidad o cantidad de estos recursos traería consigo un cambio en el nivel de producción o en los costos variables. Por ejemplo para la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, en el caso de una planta potabilizadora de agua potable, las necesidades de químicos dependerán de la calidad del agua que la planta recibe.

La Función de Daño evalúa los efectos sobre el bienestar social que genera un cambio ambiental en la calidad o la cantidad de los insumos de los procesos de producción. Cuando esos efectos sobre el bienestar son positivos, ellos se pueden expresar, por ejemplo, en términos de disminuciones en los costos de producción, incremento de la rentabilidad, mejoramiento de la calidad de los productos, etc. Dado que ecosistemas tales como páramos, bosques, rondas, etc., son los que aseguran una provisión de agua de buena calidad en cantidades adecuadas, resulta necesario pensar en las relaciones que existen entre los cambios en la calidad de esos ecosistemas y las decisiones de las empresas (Uribe, Cruz, Coronado, García, Panayotou, & Faris, 2001).

En el campo de la valoración económica ambiental el Enfoque de Aproximación a partir de la Función de Daño busca estimar una función que permita relacionar una variable que represente la afectación del ecosistema (dosis) con una variable de que represente el impacto generado sobre el recurso

(respuesta). Adicionalmente la metodología busca expresar estos impactos en términos de su valor económico, en este caso en términos de los precios de mercado de los bienes e insumos involucrados.

La metodología tiene como fundamento una Función de Costos de Producción de la siguiente manera:

$$CT = f(P_K, P_L, Q, q) \text{ Ecuación 29}$$

Donde CT = Costos Totales de producción, P_K = Precio de insumos variables tales como químicos y materia prima, P_L = Precio del factor trabajo, Q = Nivel de producto producido, q = Calidad o cantidad ambiental.

Con la función anterior se puede entonces saber la relación que existe entre la calidad ambiental y los costos de la empresa, se esperaría si se trata del deterioro de un flujo de bien y servicios ambiental que los costos aumenten marginalmente a medida que aumenta la contaminación.

2.11.5 Función de Producción de Salud.

Unos de los principales servicios que presta el medio ambiente es el soporte de la vida, ofrece los flujos de bienes y servicios que afectan a la sociedad. Los procesos de contaminación ambiental son una de las causas de la proliferación de enfermedades, reducción por ende del bienestar. La metodología de función de producción de salud se enfoca en el cálculo los cambios en bienestar provocados por cambios en la salud que se derivan de modificaciones en los niveles de contaminación del aire, del agua, etc. (Uribe, Mendieta, Jaime, & Carriazo, 2003)

Este método parte de la premisa de que los hogares producen un bien llamado “estatus de salud”. Para producir este bien ellos utilizan como insumos algunos bienes de mercado tales como visitas al médico, recreación, medicinas, agua embotellada, filtros purificadores de agua, etc. También utilizan como insumo la calidad ambiental expresada en términos de calidad del aire, calidad del agua, etc. Se supone que existe sustitución entre los insumos para producir salud. Por ejemplo, un empeoramiento en la calidad del agua puede compensarse incrementando el consumo de agua embotellada. Esta sustitución ocasiona al individuo unos costos. Estos pueden servir para aproximarse a una estimación del bienestar económico perdido por el efecto de la contaminación ambiental. (Uribe, Mendieta, Jaime, & Carriazo, 2003)

Bajo este procedimiento el “estatus de salud” se puede cuantificar, por ejemplo, mediante el número de días que permanece enfermo el individuo o en términos de morbilidad, número de eventos de la enfermedad entre los integrantes del hogar en un periodo de tiempo determinado. El resultado final de esta metodología es una estimación de la disponibilidad a pagar por una reducción

marginal en la contaminación. Esta medida, al reflejar el cambio en el comportamiento del individuo ante un cambio en la calidad ambiental, permite valorar económicamente los cambios ambientales que afectan a grandes poblaciones.

La metodología se centra en evaluar los beneficios económicos de proyectos de mejoramiento ambiental que tienen influencia sobre el “estatus de salud” de las personas. Para lo cual, se cuantifican de los beneficios asociados a la reducción de la probabilidad de enfermarse debido a mejoras en la calidad ambiental. Se parte de una función de producción de salud. En este modelo el “estatus de salud” se encuentra en función de las actividades defensivas, de las de tratamiento y del nivel de contaminación a que se encuentra expuesto el individuo.

$$S = s(D, T, C) \text{ Ecuación 30}$$

Dónde: S = “estatus de salud”.

Se puede expresar como el número de días que permanece enfermo el individuo. D = actividades defensivas del individuo. Por ejemplo, cantidad de litros de agua embotellada que consume. T = actividades de tratamiento del individuo. Por ejemplo, el número de visitas al médico. C = Nivel de contaminación a que se encuentra expuesto el individuo. Por ejemplo, sólidos suspendidos en el agua.

Con la metodología se encuentra el ahorro de los hogares en actividades defensivas y de curación por la reducción en las tasas de morbilidad de una enfermedad asociada a la contaminación.

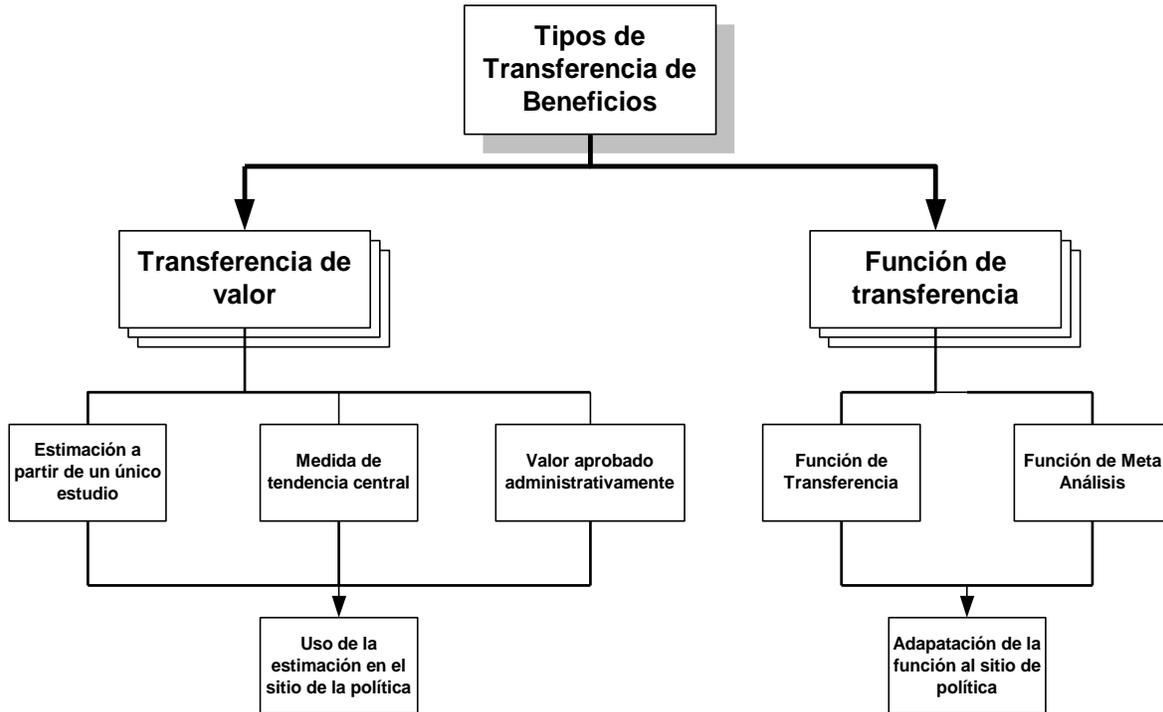
2.11.6 Transferecia de Beneficios

La transferencia de beneficios es una técnica que recientemente se ha venido desarrollando, se trata de adecuar y usar la información sobre beneficios económicos de uno o varios estudios de valoración en un nuevo entorno económico cuyas características son similares a las de los estudios ya realizados. Ha venido ganado importantes desarrollos dado que es muy útil cuando no es posible emplear otra metodología de valoración económica ambiental por restricciones de presupuesto o limitaciones de tiempo.

Para la aplicación de la técnica de transferencia de beneficios se debe definir claramente el contexto donde se utilizó el estudio de referencia y donde se pretende transferir la medida económica. Generalmente se identifica la extensión, la magnitud y los afectados de los impactos que se quieren valorar. Los estudios de referencia deben contar con ciertas condiciones de calidad. Debe analizarse con detenimiento el entorno económico, los datos y la técnica empírica utilizada en los estudios primarios. Así mismo los contenidos de información sobre los beneficios propuestos a la población en el estudio de referencia.

Existen dos formas de utilizar la transferencia de beneficios, la primera de ellas transfiriendo las medidas unitarias o de tendencia central (Disponibilidades a pagar medias, excedentes del consumidor, etc.), la segunda transferir las funciones o modelos estadísticos. En la Ilustración 2.2 se presentan los tipos de transferencia.

Ilustración 2.2. Tipos de transferencia de beneficios.



Fuente: (Mendieta, Lee, Barrera, Estrada, & Fernando, 2004)

La transferencia de valores, puede hacerse usando un único estudio, mediante una medida de tendencia central calculada a partir de las medidas económicas de varios estudios y usando un valor de referencia impuesto por un organismo de control. La transferencia de funciones se realiza mediante lo que se conoce como una función de transferencia o mediante meta-análisis. Consiste en tomar de un estudio de referencia la función estimada y remplazar en ella los valores medios de las variables del nuevo contexto con el objeto de producir una medida de bienestar para el nuevo sitio. El meta análisis estima, a partir de muchos estudios de valoración, una nueva función cuya variable dependiente es la medida de bienestar y las variables explicativas son las condiciones socioeconómicas de las zonas de estudio.

La metodología entonces permite tener una aproximación económica a un cambio en los flujos de bienes y servicios usando otros estudios similares en regiones o contextos geográficos diferentes.

2.11.6.1 Clasificación de los beneficios asociados a la disminución de la contaminación hídrica.

Siguiendo la clasificación de efectos presentados en la Tabla 2.322, los beneficios para los cuales se deben identificar medidas de bienestar ya estimadas en otros estudios están agrupados en cuatro grandes temas, el primero de ellos el tema de la salud. En este aspecto la bibliografía consultada corresponde a estudios que utilizan como metodología econométrica la función de producción de salud o función de daño enfocadas al cálculo de los cambios en bienestar provocados por cambios en la salud que se derivan de modificaciones en los niveles de contaminación del agua.

Adicionalmente, se determinan los efectos cualitativos y/o cuantitativos generados sobre la salud y que son causados por la contaminación hídrica, estos estudios realizan estimaciones de costos directos (consulta médica, fórmula, hospitalización) e indirectos (días laborales perdidos y de actividad restringida) como consecuencia de las afectaciones en la salud que causa el agua contaminada. Adicionalmente estos estudios establecen relaciones entre las variables asociadas como fuentes de provisión del recurso, variables socioeconómicas y presencia de casos asociados a enfermedades hídricas. Finalmente plantean lineamientos de política que permitan aminorar los efectos de los recursos que permitan mejoras en la salud por calidad y disponibilidad de agua, dando herramientas que permitan una asignación más eficiente de los recursos.

Un segundo tema importante es el tema de la productividad. Los estudios de productividad analizados muestran el valor marginal del agua en diversos sectores industriales, este valor marginal refleja la disponibilidad a pagar (DAP) por cada metro cúbico de agua consumido mensualmente por las industrias. También se revisaron estudios que analizan los impactos de los costos de regulación ambiental por uso del agua en los costos de producción de la industria y se establecen las diferencias entre los costos de producción cuando existe regulación ambiental o no.

En cuanto a productividad agrícola se revisaron estudios que plantean una evaluación Económica cuando existen mejoras ambientales como mejoras en sistemas de riego que reducen el consumo de agua.

El tercer tema tiene que ver con el valor de la propiedad de finca raíz. Sobre este tema se observaron estudios cuya metodología (Precios Hedónicos) pudiera estimar el precio implícito de atributos ambientales que, como la calidad hídrica, pueden aumentar o disminuir el precio de un inmueble. En estos estudios generalmente se determina la Disponibilidad a Pagar Marginal – DAPMg, la cual corresponde a la cantidad de dinero adicional que agrega al precio de un bien inmueble pasar de un estado de contaminación u otro donde hay menos contaminación.

El cuarto y último tema es el de la recreación y el turismo. Para este aspecto se realizó la revisión de estudios cuyo objetivo principal es el determinar la valoración económica generada por servicios ambientales como disfrute del paisaje, ecoturismo y recreación que genera la preservación del recurso hídrico en parques nacionales o zonas de alta afluencia turística. También se revisaron estudios que permiten estimar la DAP que tienen los usuarios (turistas) por la variación de las

características de un bien o servicio ambiental y que influye en las decisiones de consumo de los mismos y que explica porque los consumidores prefieren un destino sobre otro.

2.11.6.2 Búsqueda de información específica de estudios de valoración económica por cada beneficio identificado.

En la Tabla 2.2 se presentan bases de datos especializadas en el tema de transferencia de beneficios, en las cuales se encuentran una serie de estudios de valoración económica de beneficios ambientales, clasificados y seleccionados usando criterios de calidad para que la transferencia de las medidas económicas encontradas en dichos estudios sea lo más aproximada posible a una medida económica estimada directamente en el problema a tratar.

De igual manera, se realizó una búsqueda detallada en universidades Colombianas con programas académicos de economía ambiental y evaluación económica de proyectos, como la Universidad de los Andes, Pontificia Universidad Javeriana y la Universidad Nacional de Colombia. Además se realizó la búsqueda de estudios económicos en entidades estatales como en el Ministerio de Ambiente vivienda y Desarrollo Territorial, IDEAM, Contraloría General, Ministerio de Protección Social, Instituto Nacional de Salud, DANE, FONADE.

Tabla 2.2. Sitios de Internet para la búsqueda de estudios internacionales.

CLASE DE BASE DE DATOS	NOMBRE	ENLACE WEB
ECONOMÍA	ECONLIT	http://search.epnet.com
	JSTOR	www.jstor.org
	Econpapers	http://econpapers.hhs.se
	EBSCO	www.ebsco.com
	NBER – National Bureau of Economic Research	www.nber.org
VALORACIÓN ECONÓMICA	Envalue – Environmental Valuation Database (EPA US)	www.epa.nsw.gov.au/envalue
	EVRI – Environmental Valuation Reference Inventory	www.evri.ca
	BUVD – Beneficial Use Values Database	http://buvd.ucdavis.edu*
ORGANIZACIONES	Banco Mundial	www.worldbank.org
	Organización Panamericana de la Salud	www.cepis.ops-oms.org
	OEA	www.oea.org
	Resources for the Future	www.rff.org
	Organización Mundial de la Salud OMS	www.oms.org
	CONAMA	www.conama.cl
BASES DE DATOS DE TRANSFERENCIA DE BENEFICIOS	EVRI (Environmental Valuation Reference Inventory)	www.evri.ca
	METABASE (Centroamérica)	www.metabase.net

Fuente: (Mendieta, Lee, Barrera, Estrada, & Fernando, 2004)

2.11.6.3 Caracterización de los estudios para la transferencia de beneficios.

En tema de productividad, en la Tabla 2.3 se presenta el estudio que servirá de base al cálculo del cambio en la productividad por cambios en la contaminación hídrica, como se verá en la tabla el estudio identificó la productividad marginal de un metro cúbico de agua en cada uno de los sectores manufactureros.

Tabla 2.3. Estudio de productividad manufacturera.

Tipo de Proyecto	Estudio	Metodología	Industria	Productividad Mg \$m3/mes	Consumo Agua m3/año
Productividad Manufacturera	Valor de la productividad marginal del agua en la industria manufacturera colombiana	Función de producción trascendental logarítmica.	Alimentos	\$1.125	3.301.042
			Bebidas	\$364	4.465284
			Tabaco	\$136,240	3.222
			Textiles	\$1.233	1.102.294
			Cuero	\$1.650	19.460
			Papel	\$1.589	8.702213
			S. Química	\$577	452.134
			Minerales no metálicos	\$290	88.1385
Hierro Acero	\$403	5.845.544			

Fuente: (Cruz, Uribe, & Coronado, El valor de la productividad marginal del agua en la industria manufacturera colombiana, 2003)

A partir de la tabla anterior, se observa que las empresas con mayor consumo de agua son la industria del papel, hierro y acero bebidas, alimentos, fabricación de sustancias químicas y productos químicos, farmacéuticos y medicamentos. Los autores obtuvieron el valor marginal del agua para cada sector industrial a través de la estimación de una función de producción Trans Log, que incluyó el agua como insumo fundamental. Esta función de producción se estimó para tres conjuntos de datos de panel, con información a cuatro y tres dígitos CIU.

El estudio concluye que las empresas manufactureras con uso intensivo del recurso están dispuestas a pagar más por unidad de agua utilizada en sus procesos, coherente con la teoría económica. Mientras el aporte de un metro cúbico de agua en el valor de la producción de cada sector industrial supere el costo de usarla, es un hecho que la industria manufacturera colombiana seguirá incrementando o continuará utilizando grandes volúmenes de agua, sin considerar la posibilidad de alcanzar un uso más racional del recurso.

Tabla 2.4. Estudio de productividad industrial.

Tipo de Proyecto	Estudio	Metodología	Costo producción Sin Regulación Ambiental	Costo producción Con Regulación Ambiental
Productividad Industrial	Análisis del Impacto de los costos de regulación ambiental por uso del agua en los costos de producción de la industria de cemento caso: Valle del Cauca. Edwin Causado PEMAR. 2001.	Ecuaciones Recursivas	\$142.902.622	\$152.436.246

Fuente: (Jaime Rueda, 2007)

El estudio descrito en la

Tabla 2.4 tiene como objetivo principal evaluar el impacto de los costos de la regulación ambiental por uso de agua por tonelada de cemento producida en los costos totales de producción. Se estima una función de costos de regulación ambiental a través de la metodología de ecuaciones recursivas a fin de estimar una segunda ecuación de costos totales de producción. El estudio es útil en la medida que define cambios en los costos de producción por costos adicionales en el metro cubico de agua.

Ahora bien en cuanto al tema de salud en la Tabla 2.5 se presentan los estudios que se usaran como base para el cálculo del costo de la contaminación hídrica en el mencionado tema. Como se podrá apreciar todos estos estudios utilizan como metodología la función de producción de salud y efectúan una valoración económica de los efectos en la salud por cambios de la calidad de agua.

Tabla 2.5. Estudios de Salud.

Tipo proyecto	Estudio	Metodología	Morbilidad enfermedades hídricas/ Mes	DAP Mg Mes
SALUD	Determinantes de los Efectos Generados en la salud por Contaminación Hídrica Municipio Tesalia-Huila. 2005. UNIANDES	Función de producción de salud	0.29	\$34.106
SALUD	Valoración Económica de los Efectos en la Salud por cambios en la calidad del agua de la cuenca media del río Bogotá. Caso Quebrada Santa Marta. Municipio El Colegio. Ortiz, Haider .1996. UNIANDES	Función de producción de salud	0.32	\$12.680

Tipo proyecto	Estudio	Metodología	Morbilidad enfermedades hídricas/ Mes	DAP Mg Mes
SALUD	Valoración Económica parcial de los impactos en salud sobre la población sur oriental de Cartagena generados por la construcción de la Bocana estabilizada en la Ciénaga de La Virgen. Vega, Fernando. Herrera Hedor. 2000	Función de producción de salud	0.45	\$44.329
SALUD	Estimación de una Función de Demanda por Actividades de Tratamiento de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) por Contaminación del Agua del Río Tunjuelito en Bogotá (Arcilla, Evelio 1998).	Función de producción de salud	0.33	\$ 45.212

Fuente: (Jaime Rueda, 2007)

En estos estudios se estimaron medidas de disponibilidad a pagar marginal mes que van desde 12.680 hasta 45.212 pesos mes. Esto significa que un hogar representativo de cada uno de estos estudios estaría dispuesto a ceder esa cantidad monetaria, para evitar los costos directos e indirectos de sufrir las enfermedades asociadas a la contaminación hídrica.

Los estudios descritos en la Tabla 2.6 Están relacionados con el tema de recreación. Estos estudios mediante la metodología de costo de viaje se establece la DAP por acceso a estos lugares, adicionalmente de ellos se puede revisar el cambio en dicha disponibilidad a pagar cuando cambia la calidad del agua. Esta metodología tiene en cuenta el costo del viaje realizado hasta llegar al sitio de recreación y las pérdidas de ingreso por los días no laborados para realizar el viaje, cuando son distancias demasiado largas desde el lugar de origen.

Tabla 2.6. Estudios de Recreación.

Tipo de proyecto	Estudio	Metodología	No. Visitantes/año	DAP/persona/ Viaje Sin y Con Mejora	Aumento de la DAP por mejorar totalmente en la calidad del Agua.
Recreación	Valoración Económica por Recreación Parque Puento Sopó. Fiorillo 1996. UNIANDES	Costo de Viaje y Valoración Contingente	165.996	\$678 - \$1.243	54,5%
Recreación	Valoración Económica del Humedal La Florida por servicios de Recreación. Bullon Victor. 1996. UNIANDES	Costo de Viaje y Valoración Contingente	7.200	\$1.137 - \$2.125	53,5%

Tipo de proyecto	Estudio	Metodología	No. Visitantes/año	DAP/persona/ Viaje Sin y Con Mejora	Aumento de la DAP por mejorar totalmente en la calidad del Agua.
Recreación	Valoración de los Servicios Recreativos del santuario de flora y fauna de Iguaque. Guerrero Andrés. 1996 UNIANDES	Costo de Viaje	4.018	\$1.953 - \$ 3748	52,1%

Fuente: (Jaime Rueda, 2007)

En los estudios relacionados en la Tabla 2.6 se hallan efectos sobre la disponibilidad a pagar por variaciones en la calidad del recurso hídrico en los sitios de recreación. En esta medida los estudios son útiles para evaluar el cambio en la disponibilidad a pagar por cambios en la calidad del recurso hídrico, que como se puede apreciar en la tabla anterior va de 52,1% a 54,5%.

2.12 ANEXO 3. ESTUDIOS DE CASO

2.12.1 AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

2.12.1.1 CASO DE LA CUENCA DEL RÍO BOGOTA

2.12.1.1.1 Generalidades

La capital del país está ubicada en la cordillera oriental, en el altiplano cundiboyacense a una altitud media de 2600 msnm y está rodeada en su totalidad por montañas que alcanzan los 4000 metros aproximadamente. Su población es de 7.363.782²⁹ habitantes. Según el Censo del DANE del año 2005, la cobertura de acueducto es de 98.71% y la de alcantarillado es de 98.11 %.

2.12.1.1.2 Abastecimiento de agua potable

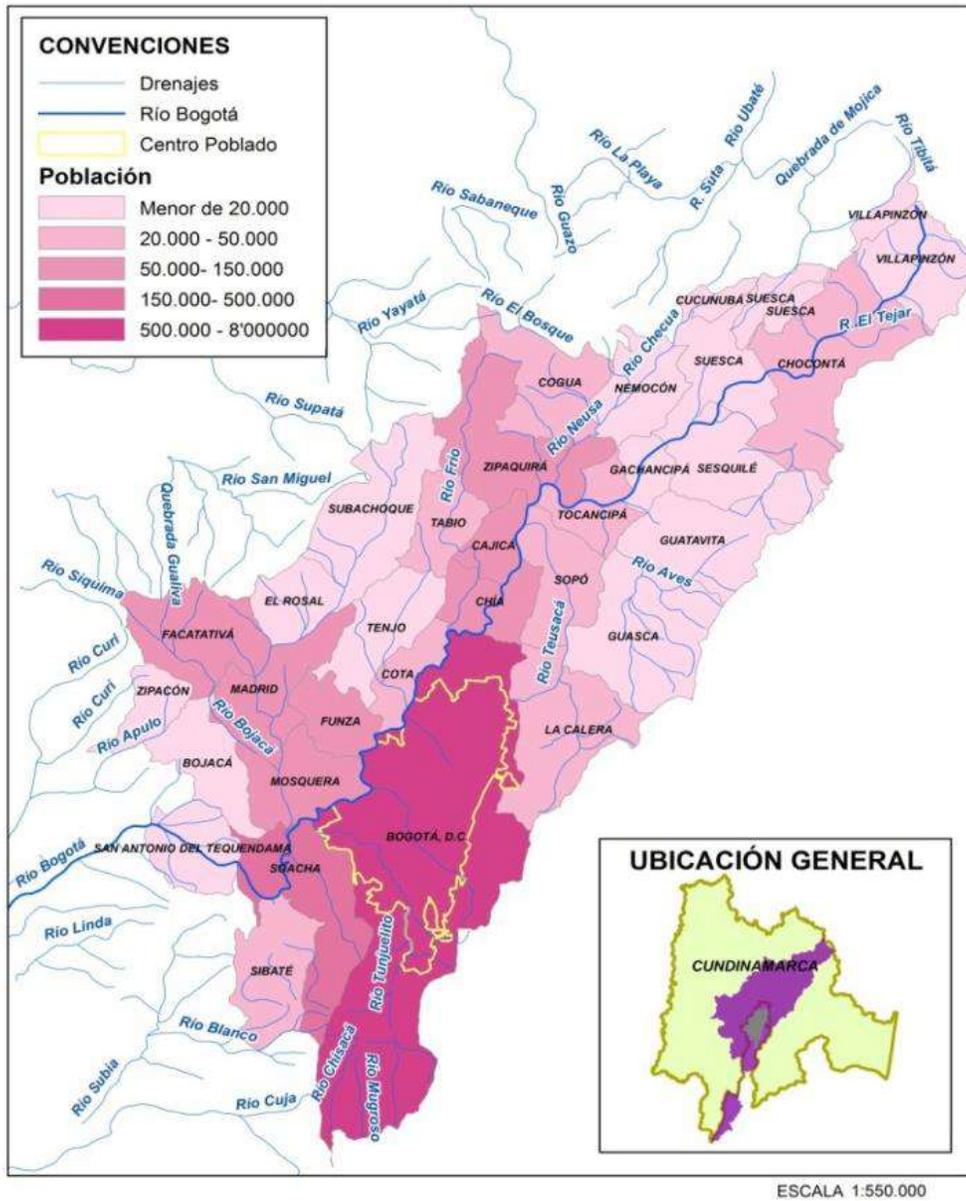
La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB es la empresa encargada de prestar los servicios de acueducto y alcantarillado en la ciudad de Bogotá y otros los núcleos urbanos de los municipios de Soacha y Gachancipá, y provee “agua en bloque” para los municipios de Sopó, La Calera, Tocancipá, Chía, Funza, Mosquera, Madrid y Cajicá, todos éstos ubicados sobre la Sabana de Bogotá. Dicha empresa cuenta con cinco plantas de potabilización con una capacidad total instalada de 26.3 m³/s. Según la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), “La planta de Tibitoc, por su parte trata un promedio de 4.0 m³/s provenientes del río Bogotá; la planta de Wiesner trata 11 m³/s derivados del embalse de Chuza y ocasionalmente de San Rafael y el metro cúbico

²⁹ DANE. Censo general 2005. Proyecciones de población a 2010.

restante se potabiliza en las plantas de Vitelma, La Laguna y San Diego, con agua proveniente de los ríos Tunjuelo, San Cristóbal y San Francisco” (CAR, 2010).

El río Bogotá, por su parte, nace en el municipio de Villapinzón a 3300 m.s.n.m y sus aguas desembocan en el río Magdalena en el municipio de Girardot a una altura de 280 m.s.n.m. Recorre la región de la Sabana de Bogotá de norte a sur hasta terminar en una caída vertical de 157 metros conocida como el Salto del Tequendama. Entre otras fuentes importantes que bañan la región se encuentran los ríos: Balsillas, Buracá, Checua, Chicú, Frío, Subachoque, Torsacá y Tunjuelo. Asimismo, es importante tener en cuenta que la Sabana de Bogotá es la región más densamente poblada del país, y en donde se concentra una parte muy significativa de la actividad económica. Entre las poblaciones localizadas en dicho territorio se destacan: Bogotá, Cajicá, Chía, Facatativá, Funza, Gachancipá, Madrid, Mosquera, Nemocón, Soacha, Subachoque, Tabio, Tenjo, Tocancipá y Zipaquirá. La Ilustración 2.3 a continuación muestra la ubicación de la Sabana de Bogotá en el departamento de Cundinamarca y la densidad poblacional de los municipios que la componen.

Ilustración 2.3. Ubicación, municipios y densidad poblacional de la Sabana de Bogotá.



Fuente: UT Macrocuenas con información de (DANE, 2012)

La siguiente ilustración presenta una descripción del sistema hídrico de la Sabana de Bogotá.

Ilustración 2.4. Sistema Hídrico de la Sabana de Bogotá



Fuente: (EAAB E. , Plan de reducción de riesgos en el servicio de Acueducto, 2010)

En el sector comprendido por las cuencas altas y media del río Bogotá se diferencia claramente dos sistemas. Por un lado, “un sistema natural conformado por los caudales naturales del río Bogotá y sus afluentes, entre los que se destacan los ríos Tejar, Negro, Frío, Chicú, Balsillas y Fucha, además, de los ríos regulados por los embalses del Sisga (río San Francisco), Neusa (ríos Siguateque y Cubillos), Tominé (ríos Aves, Chipatá y Siecha), San Rafael (río Teusacá), Chisacá, La Regadera (ríos Chisacá, Mugroso y Curubital) y Muña (río Muña), en donde todos los ríos confluyen finalmente al río Bogotá” (CAR, 2010). Por otra parte, un sistema de regulación, el cual se encuentra compuesto por un total de 9 embalses y un distrito de riego. Estas obras de infraestructura se realizaron con el objetivo de satisfacer las necesidades de agua potable, agua para riego y generación eléctrica.

El aumento de población en el territorio de la Sabana de Bogotá ha incrementado la demanda para el consumo humano y las actividades agrícolas y pecuarias generándose la necesidad de construir sistemas de regulación de caudales y transvases como el realizado en el proyecto Chingaza.³⁰ Según la CAR, “El embalse de Chuza regula aguas del páramo de Chingaza, con destino al acueducto de la ciudad de Bogotá, y lo complementa el embalse de San Rafael, construido en la cuenca del río Teusacá, el cual cubre posibles contingencias que presente el sistema de túneles que transporta el agua de Chuza a la planta de Wiesner” (CAR, 2010). Embalses como Sisga, Neusa y Tominé, ubicados al Norte de la Sabana de Bogotá, regulan la parte alta de la cuenca con dos fines: suministro de agua para la ciudad de Bogotá y generación de energía. Mientras que embalses como La Regadera y Los Tunjos regulan la parte de alta del río Tunjuelo para consumo humano, el embalse del Muña recoge por bombeo las aguas del río Bogotá y las utiliza solamente para generación de energía eléctrica.

³⁰ Transvase de agua de la cuenca del río Guaitiquía.

Por otra parte, la principal fuente de suministro de agua para consumo agropecuario en la región es el río Bogotá puesto que las zonas planas aledañas al río son las más apropiadas para situar áreas de riego. En este sentido se destaca el Distrito de Riego de la Ramada, que se ubica sobre la margen del río y cubre un área de 6000 ha (CAR, 2010).

2.12.1.1.3 Vertimientos y tratamiento de aguas residuales

En su recorrido de 336km el río Bogotá recibe las aguas de los ríos Sisga, Neusa, Tibitóc, Tejar, Negro, Teusacá, Frío, Chicú, Salitre, Fucha, Tunjuelito, Siecha, Balsillas, (que a su vez recoge las aguas de los ríos Subachoque y Bojacá), Calandaima y Apulo (CONPES3320, Estrategia para el Manejo Ambiental del Río Bogotá, 2005). *“Dicho recorrido se puede caracterizar en tres tramos: (i) Cuenca Alta del Río al norte de Bogotá, con una longitud de 145 Km desde su nacimiento hasta el lugar conocido como La Virgen, (ii) Cuenca Media con unos 68 Km, desde La Virgen hasta Alicachín, en el extremo sur de la Sabana de Bogotá; y, (iii) Cuenca Baja, con una longitud de 123 Km, hasta la desembocadura en el Río Magdalena. La Cuenca Media, puede dividirse a su vez en Cuenca Media Occidental y Cuenca Media Oriental, en la cual se hará referencia directa al Distrito Capital”* (CONPES3320, Estrategia para el Manejo Ambiental del Río Bogotá, 2005).

La Tabla 2.7 muestra información importante acerca de la población, demanda de agua por usos y la generación de aguas residuales a lo largo del río Bogotá y en su paso por la Sabana de Bogotá.

Tabla 2.7. Población, demanda de agua y generación de aguas residuales.

Descripción	Cuenca Alta y Media	Bogotá	Cuenca Baja	Total
Población	1.001.728	6.719.619	323.462	8.044.809
Demanda de aguas domésticas (m ³ /s)	2.8	13.3	0.9	14.5
Demanda de agua agrícola y pecuaria (m ³ /s)	8.4	2	0.5	10.9
Demanda de agua Industrial v comercial (m ³ /s)	2.5	1.53	0.7	4.6
Distrito de Riego 1.a Ramada (m ³ /s)	0.6			0.6
Demanda Total (m /s)	14.3	16.8	2.1	33,2
Producción de Aguas Residuales (m ³ /s) (3)	3.63	19.0	0.75	23.4
Carga Orgánica (Ton/año) (3)	25.185	157.946	5.203	188.334
Carca SST (Ton/año) (3)	28.619	150.091	5.913	184.623
Remoción Carga Orgánica	40%	11%	13.3%	15%
Remoción SST	40%	16%	13.3%	20%
Capacidad de Tratamiento PTARS (m ³ /s)	1.5	4.0	0.05	5.6
Agua T ralada en las PTARS (m ³ /s)	0.6	4.0	0.05	4.7
Cobertura Tratamiento Aguas Residuales	17%	21%	7%	20%
Número de Municipios	27	1	14	42
Número de Municipios con PTAR	24	1	2	27

Fuente: (CONPES3320, Estrategia para el Manejo Ambiental del Río Bogotá, 2005)

Aunque la información no está actualizada a 2012, se puede observar de la tabla anterior que la ciudad de Bogotá es el mayor demandante de agua para diferentes usos: agrícola, pecuario, industrial-comercial y principalmente doméstico. De un total de 23.4 m³/s de aguas residuales vertidas en el río, 19 m³/s, es decir el 82%, proviene de la Ciudad de Bogotá.

A este respecto, el resto de la población, alrededor de un 8%, depende de acueductos locales que se abastecen principalmente de fuentes superficiales y subterráneas. Es importante recalcar “...que la mayoría de estas poblaciones se encuentran enfrentándose a problemas de abastecimiento relacionados con la cantidad y calidad del recurso hídrico...” (CONPES3320, Estrategia para el Manejo Ambiental del Río Bogotá, 2005).

La EAAB E.S.P. cuenta con una PTAR ubicada en la desembocadura del Río Salitre y trata las aguas residuales del norte de la ciudad. Información sobre la capacidad de tratamiento de esta PTAR se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 2.8. Características de operación PTAR - Salitre.

Tratamiento	Capacidad
Tipo	Primario
Caudal (L/s)	4000
Remoción de Sólidos Totales (%)	71.64
Remoción de DBO (%)	56.72
Remoción de DQO (%)	64.56

Fuente: (S.U.I., 2008)

En la actualidad no existe ningún otro sistema de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Bogotá, de manera que el resto de las aguas residuales, es decir un caudal de 19.4 m³/s, no es tratado y es vertido sin tratamiento sobre el Río Bogotá. Estas aguas residuales afectan los municipios ubicados aguas abajo de Bogotá (entre los que se encuentran: Apulo, Anapoima, El Colegio y San Antonio de Tequendama), que no lo pueden utilizar como su fuente de abastecimiento.

En cuanto las actividades alternativas de este sistema, es preciso exponer el proyecto de generación de energía de propiedad de la empresa EAAB, la cual es la Pequeña Central Hidroeléctrica – PCH - Santa Ana, desarrollado entre los años 2001 y 2003 (EAAB, 2013). Ha sido importante su implementación ya que se han presentado beneficios dada la generación eléctrica aprovechando el potencial de generación energética por causa de la energía cinética y potencial del agua entre la PTAP- Wiesner y el tanque de almacenamiento Santa Ana.

La PCH tiene capacidad nominal de 7 MW en generación de electricidad; corresponde a un proyecto de energía alternativa, registrado ante la ONU como proyecto de MDL con potencialidad para adquirir certificados de reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera (bonos de carbono). En 2009, la ONU expidió 16.688 (EAAB, 2013) y en 2007 24.481 (EAAB E.S.P, 2007) certificados de reducción de emisiones para la PCH (certificado por tonelada equivalente de CO₂ evitado). Inició operaciones en el 2005 y obtuvo la acreditación por un plazo de 10 años como proyecto MDL; se estimó su potencial de reducción de emisiones contaminantes en 206.424 Toneladas equivalentes de CO₂ (Salazar Bermúdez, 2009). Tuvo un costo de inversión de 10 millones de dólares aproximadamente (US\$ de 1.999) (EAAB E.S.P, 2013) y se encuentra al Sistema Interconectado Nacional –SIN. La PCH transforma la energía mecánica del agua en energía eléctrica, soportando la demanda de los procesos operativos y técnicos de la EAAB. El proyecto tiene como fuente hídrica a la región de Chingaza, que corresponde al área que distribuye el agua directamente a la planta de Wiesner (Embalse San Rafael), localizada en La Calera (Cundinamarca).

Según la EAAB, una de las principales dificultades en la ejecución del proyecto han sido las variaciones en el precio de la energía eléctrica con tendencia a la baja y la disminución del consumo promedio de agua por parte de sus usuarios. Adicionalmente, ha correspondido a la incapacidad normativa de la EAAB para la prestación del servicio de generación de energía eléctrica; para salvar esta dificultad, contrató a CODENSA (E.S.P, 2006) para venderle la energía generada y la representara ante el sector eléctrico. De acuerdo con la misma EAAB, este proyecto ha sido beneficioso, ya que se aprovecha el sistema y las características topográficas donde se ubica y se produce energía limpia; simultáneamente se obtienen ingresos adicionales.

Por otra parte, en cuanto a la contaminación del río Bogotá cabe mencionar que este recibe aportes de aguas residuales con altos niveles de contaminación biológica, química y física. A medida que circula por la Sabana de Bogotá recibe las descargas de sus distintos tributarios con altos niveles de contaminación biológica alrededor de las regiones del Juan Amarillo y Alicachín (embalse de Muña). Sin embargo, los máximos valores de contaminación los alcanza aguas abajo del río Tunjuelo, apenas el río recibe las aguas de la ciudad de Bogotá. En este punto, los niveles alcanzados de DBO superan los 143 mg/L con cargas orgánicas de alrededor 403 ton/día. En cuanto a Coliformes totales, se llegan a alcanzar medidas del orden de 79 millones de NPM/100 ml. Aunque el río intenta auto-recuperarse en la zona de Alicachín, su contaminación continúa siendo alta hasta llegar a la desembocadura en el río Magdalena, donde descarga carga orgánica de 134 ton/día (Pérez Preciado, El problema del Río Bogotá, 2010).

La Tabla 2.9 muestra las concentraciones de contaminantes del río Bogotá en su paso por los diferentes municipios y poblaciones aledaños. Se estima este río vierte diariamente al río Magdalena: 318 kg de cromo, 278kg de plomo, 140 ton de hierro, 1.11 ton de detergentes y 835 ton de sólidos suspendidos (Pérez Preciado, El problema del Río Bogotá, 2010).

Tabla 2.9. Indicadores de contaminación del Río Bogotá.

PARÁMETRO	LA BALSA	LA VIRGEN	PUENTE CUND.	LA ISLA	LAS HUERTAS	PUENTE PORTILLO	SALSIPIUE DES	SALITRE	FUCHA	TUNJUELO
DBOS	13 68	13.94	98.81	35.51	143 .52	17.84	3390	123.62	131.96	281.48
	10 .61	12.65	138.30	79.77	403.00	66 .28	134.73	58.74	102.61	97.28
DETERG	2.70	61	302	1.49	3.72	0.26	0.28	2.70	1.49	3.44
	1.28	0.55	4.22	3.34	10.44	0.96	1.11	1.28	1.16	1.19
ST	374.47	364.89	567.82	207.38	707.03	578.69	415.38	374.57	461.35	993.90
	177.99	331.03	794.77	465.86	1985.34	2149 95	1650.89	177.99	361.08	343.49
SS	169.31	32.79	154.52	39.53	138.91	34334	210.19	169.31	184.16	440.72
	80.46	29.75	216.28	88.80	390.06	1275.58	835.38	80.46	143.20	152.31
CROMO	2	2	5	1	5	1	8	2	0.03	0.28
TOTAL	9	0.018	0.070	0.022	0.140	0.149	0.318	0.009	0.023	0.097
Hg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PLOMO	0.13	3	1	2	0.05	0.03	0.07	13	0.08	0.07
	62	27	0 056	15	140	0.1	0.278	62	62	0.024
HIERRO	2.84	3.01	4.66	1.42	3.60	5.92	35.47	2.84	3.60	5.70
TOTAL	1.35	2.73	6.52	3.19	10.11	21.99	14097	1.35	2.80	1.97

Fuente: (Pérez Preciado, El problema del Río Bogotá, 2010)

Como se mencionó anteriormente, las aguas residuales domésticas de la región son la mayor fuente contaminación del río Bogotá. A ésta le siguen las aguas residuales industriales y posteriormente las provenientes de la minería extractiva. En cuanto a la contaminación industrial sobresalen las cervecerías con mayores contaminantes orgánicos, las industrias curtiembres y los fabricantes de pinturas y detergentes. Sin embargo, en términos de cantidades de sólidos suspendidos la minería extractiva es la más relevante (CAR, 2010).

A este respecto, podría decirse que los elementos sobresalientes que se evidencian en la Sabana de Bogotá respecto al conflicto alrededor de la contaminación del río Bogotá son:

1. Aguas arriba de la ciudad de Bogotá existen varios municipios comparativamente pequeños, incluyendo Chía, los cuales contaminan el río Bogotá con vertimientos domésticos e industriales.³¹
2. La ciudad de Bogotá contamina el río Bogotá en tal grado que el tratamiento de sus aguas implicaría altos costos para los municipios aguas abajo.
3. El caudal del río Bogotá sería insuficiente para abastecer las necesidades de la ciudad de Bogotá. Esto ha llevado a que la ciudad haya tenido que recurrir al trasvase aguas desde la Macrocuenca Orinoquia hacia la cuenca del Río Bogotá y en última instancia, hacia el río Magdalena.

³¹ Aunque existen 24 PTARs en este tramo para 23 municipios (Tabla 2.7), existe incertidumbre acerca de cuáles están realmente operando. Hasta el 31 de Diciembre del 2012 las PTAR eran manejadas por el operador privado Conhydra, pero por un control de advertencia de la Contraloría General de la República fueron entregadas a cada uno de los municipios. (Fuente: Consulta directa de la UT a las Empresas Públicas de Cundinamarca).

4. El trasvase de agua desde la cuenca del Orinoco hacia la ciudad de Bogotá ha generado un superávit de agua que ha permitido que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá pueda abastecer algunos municipios de la cuenca alta del río.
5. Los vertimientos hechos al río Bogotá superan su capacidad de asimilación de contaminantes. Sin embargo, al desembocar en el río Magdalena, sus aguas se diluyen y la contaminación orgánica se oxida rápidamente. Se ha encontrado que la carga contaminante del Río Bogotá no afecta de manera significativa la calidad del agua del Río Magdalena (Jaime, 2007).

2.12.1.1.4 Proyectos

La situación descrita lleva a considerar diferentes alternativas e intervención para poder garantizar el derecho al agua potable y saneamiento básico de la población asentada en la cuenca de río Bogotá. Estas alternativas van desde el tratamiento de todas las aguas residuales producidas por la ciudad de Bogotá antes de ser vertidas al río Bogotá, hasta el aprovechamiento de la capacidad de auto depuración y de dilución de los ríos Bogotá y Magdalena, incluyendo el abastecimiento de agua potable por parte del sistema de acueducto de Bogotá para las poblaciones ubicadas aguas abajo de la capital de la república.

La identificación de la solución más costo-eficiente requiere una evaluación económica regional que incluya la valoración de todos los costos y beneficios de las distintas opciones, incluidos los costos y beneficios ambientales. Desde un punto de vista institucional y político, sería útil contar con un ámbito que permita la coordinación y la construcción de decisiones equitativas entre actores e instituciones. Esto, esencialmente, con el fin de asegurar la equitativa distribución de costos y beneficios, y las compensaciones a que haya lugar, entre los distintos agentes y actores sociales e instituciones involucrados. Los conflictos institucionales que en torno al saneamiento del río se han presentado entre la gobernación de Cundinamarca, las alcaldías de los municipios de la cuenca, la ciudad de Bogotá, la CAR y el gobierno reflejan la dificultad de formular una política regional coherente en ausencia de las instituciones adecuadas. Sin esas instituciones o espacios efectivos de coordinación, los jueces han tenido que intervenir, sin suficiente juicio técnico ni económico, en el diseño de estrategias. Esto resulta ser económicamente ineficiente en la medida en que las soluciones ordenadas por los jueces, por lo general, sólo toman en cuenta asuntos de derecho, sin incluir valoraciones económicas.

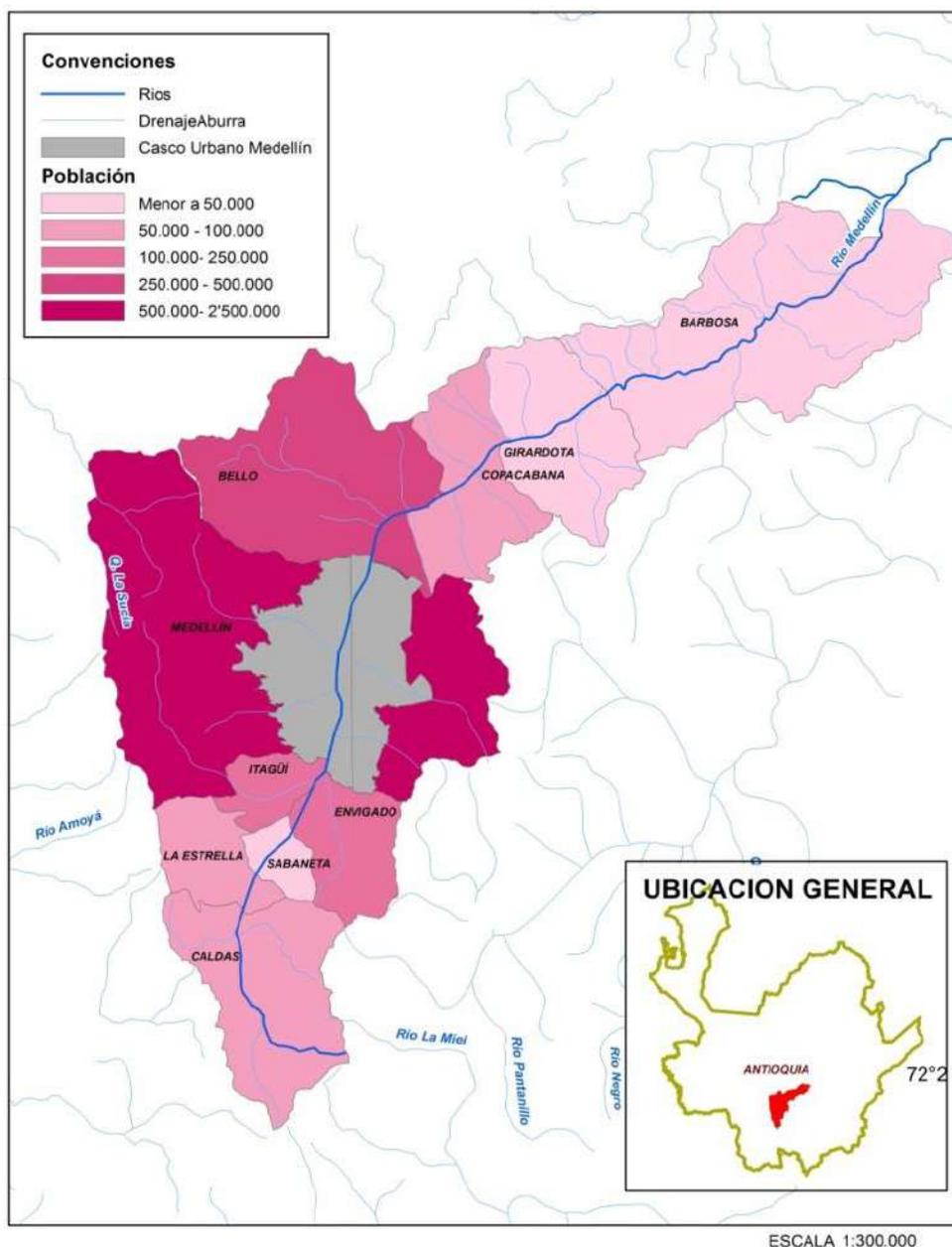
2.12.1.2 CASO DEL ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA

2.12.1.2.1 Generalidades

El Valle de Aburrá está localizado sobre la Cordillera Central de Colombia en el Departamento de Antioquia. Su conformación *“es el resultado de la unidad geográfica, determinada por la cuenca del*

río Medellín - Aburrá que lo recorre de sur a norte, por una serie de afluentes que caen a lo largo de su recorrido” (Lince Prada, Elejade López, & Echeverry Mora, 2010). La extensión del Valle de Aburrá es de aproximadamente 1152 km², tiene una longitud cercana a los 60 km y está compuesto por un total de 10 municipios, listados de acuerdo a su ubicación de sur a norte: Caldas, La Estrella, Sabaneta, Envigado, Itagüí, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa; los cuales albergan una población de más de 3.4 millones de personas. A continuación se presenta una ilustración con la ubicación de los municipios a lo largo del Valle.

Ilustración 2.5. Localización Valle de Aburrá, municipios y densidad poblacional.



Fuente: UT Macrocuencas. Con información de (DANE, 2012)

2.12.1.2.2 Arreglo institucional: el Área Metropolitana del Valle de Aburrá

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá se constituyó y reglamentó por parte de la Gobernación de Antioquia como una entidad administrativa de derecho público, bajo la autorización de la Constitución Nacional de Colombia de 1981 (Decreto No. 038 del 13 de enero) y organizada por la Ley, para la promoción, planificación y coordinación del desarrollo conjunto y la prestación de servicios de los municipios que la conforman.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá³² es un ejemplo de un arreglo institucional que puede conducir a una reconciliación de intereses para la planeación coherente y efectiva de una ciudad-región. La figura de “Área Metropolitana” está definida en la ley³³ justamente para lograr el propósito de armonizar las intervenciones de los actores en una ciudad-región. Su implementación está sujeta a la aprobación por consulta popular de los municipios miembro.

La necesidad de constitución del área metropolitana se basa en el principio de que los municipios generalmente actúan de manera independiente, lo que genera una multiplicidad de estructuras administrativas que se convierten en una desventaja para el desarrollo del municipio como una unidad y de la región en sí. Al haber una escasa coordinación entre municipios se produce duplicidad de funciones, desigualdades territoriales, despilfarro de recursos públicos, costos de transacción elevados para la aprobación de planes, programas y proyectos de desarrollo, impactos ambientales mayores y de manera recurrente altos costos políticos y de gobernabilidad urbana (Montoya Serna & Campillo Londoño, 2012).

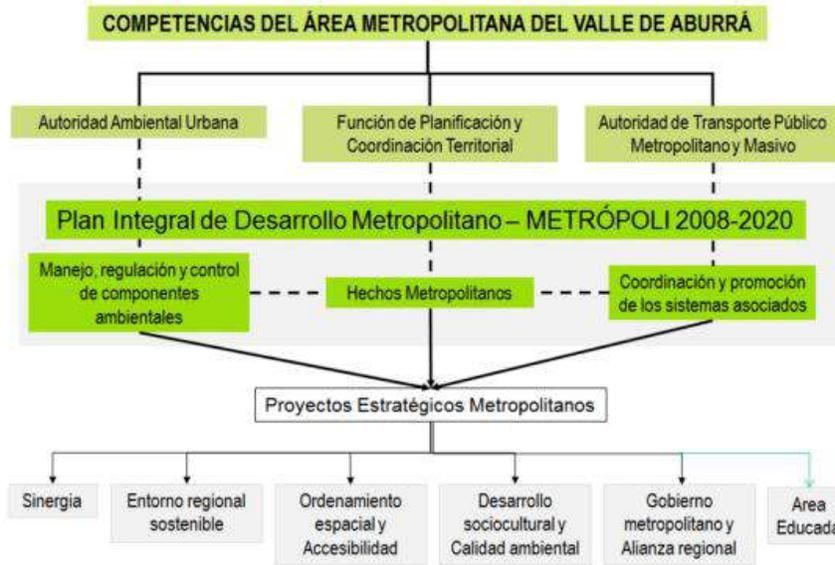
De acuerdo con esto, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá tiene como fin último unir esfuerzos mancomunados para lograr el desarrollo de la región y la mejora en la prestación de bienes y servicios a dicho conglomerado. *“Con la promulgación de la Constitución Política de Colombia en 1991 se definió en su artículo 319 la posibilidad de constituir estas entidades. La ley 128 de 1994 dio el marco normativo necesario para su funcionamiento y desempeño como Autoridad de Planificación. Desde la ley 99 de 1993, artículo 66, a los grandes centros urbanos se les dio la competencia de ser Autoridad Ambiental en las áreas urbanas de su jurisdicción”* (Montoya Serna & Campillo Londoño, 2012).

A continuación se presenta un esquema que evidencia la relación entre las competencias de la Entidad del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y los Proyectos Estratégicos Metropolitanos.

³²El Área Metropolitana del Valle de Aburrá es la entidad político administrativa que reúne nueve municipios de la Subregión Valle de Aburrá del Departamento de Antioquia. Su núcleo es Medellín (capital del Departamento) y los otros miembros son (de sur a norte): Caldas, La Estrella, Envigado, Itagüí, Sabaneta, Bello, Copacabana, Girardota, Barbosa.

³³ Ley 128 de 1994, que constituye la Ley Orgánica de las Áreas Metropolitanas.

Ilustración 2.6. Relación entre las competencias de la Entidad del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y los Proyectos Estratégicos Metropolitanos.



Fuente: (Montoya Serna & Campillo Londoño, 2012)

El Plan Integral de Desarrollo Metropolitano – PIDM es una de las herramientas e instrumentos definidos en el marco legal de su actuación, mediante la Ley 128 de 1994. La visión a 2020 de dicho plan es lograr que el Área Metropolitana del Valle de Aburrá sea una región articulada, con oportunidades de desarrollo sostenible para todos sus habitantes, altos niveles de calidad de vida, con una ciudadanía responsable y participativa, que cree y confía en sus instituciones.

Entre los principios que allí se encuentran, el de Ordenamiento espacial y Accesibilidad, que plantea implementar un modelo de ocupación de territorio bajo criterios de región, para lograr una distribución equilibrada de actividades productivas, uso racional del suelo y equidad de acceso a equipamientos y servicios. Asimismo, el principio de Desarrollo sociocultural y calidad ambiental pretende mejorar las condiciones socioculturales y ambientales en el Valle de Aburrá, lograr mayor equidad, la recuperación de la calidad y manejo racional de los recursos naturales, mejorar en la salud humana, disminución de conflictos socio ambientales, mayor atractivo turístico e inversión y generación de cultura metropolitana entre otros (Montoya Serna & Campillo Londoño, 2012).

2.12.1.2.3 Abastecimiento de agua potable

En cuanto al abastecimiento de agua potable en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Empresas Públicas de Medellín E.S.P - EPM es la empresa prestadora de servicios de acueducto y alcantarillado con mayor relevancia sobre la región. Con el fin de garantizar el abastecimiento adecuado y oportuno de agua potable, la empresa ha recurrido a la explotación de fuentes de abastecimiento importantes las cuales, en su mayoría, se encuentran ubicadas en el oriente antioqueño.

El sistema de acueducto de EPM E.S.P está compuesto actualmente por 10 subsistemas³⁴: San Antonio de Prado, Ana Díaz, Aguas Frías, Piedras Blancas, Caldas, Barbosa, San Cristóbal, La Ayurá, La Cascada y Manantiales, de los cuales el subsistema Ana Díaz es el único que no cuenta con planta potabilizadora. A continuación se presenta una tabla con las plantas potabilizadoras de agua (PTAP) y las fuentes de abastecimiento de cada uno de los subsistemas para el abastecimiento de agua potable a cargo de EPM E.S.P.

Tabla 2.10. PTAPs y fuentes de abastecimiento por subsistema.

Subsistema	PTAP	Fuente de Abastecimiento	Tipo de Captación
Ana Díaz	----	----	----
La Ayurá	La Ayurá	Río Pantanillo y Piedras	Embalse La Fé
Manantiales	Manantiales	Río Grande y Chico	Embalse Rionegro II
	Villa Hermosa	Quebrada Piedras Blancas	
Piedras Blancas			Embalse Piedras Blancas
	La Montaña	Quebrada Los Chorrillos	
San Cristóbal	San Cristóbal	Quebrada La Iguaná	Captación directa
Aguas Frías	Aguas Frías	Quebrada La Picacha	Captación directa
Caldas	Caldas	Quebrada La Valeria	Captación directa
Barbosa	Barbosa	Quebrada El Viento	Captación directa
San Antonio de Prado	San Antonio de Prado	Quebrada Doña María	Captación directa
La Cascada	La Cascada	Quebrada Santa Helena	Captación directa

Fuente: (EPM E. , 2010)

De acuerdo con esta tabla, el subsistema Piedras Blancas es el único que cuenta con dos plantas potabilizadoras de agua: La Montaña y Villa Hermosa. En este sentido, son en total 10 PTAP que se ubican y operan en el Valle de Aburrá. Las PTAP La Ayurá, Manantiales y Villa Hermosa son en orden las plantas con mayor capacidad instalada, debido a que son plantas potabilizadoras las que se abastecen de los grandes embalses Riogrande, La Fé y Piedras Blancas.

³⁴ Subsistema es el conjunto completo de infraestructura que reúne todos los elementos necesarios para el abastecimiento de agua potable a una población específica, y que comprende desde la captación hasta la distribución del servicio al usuario final.

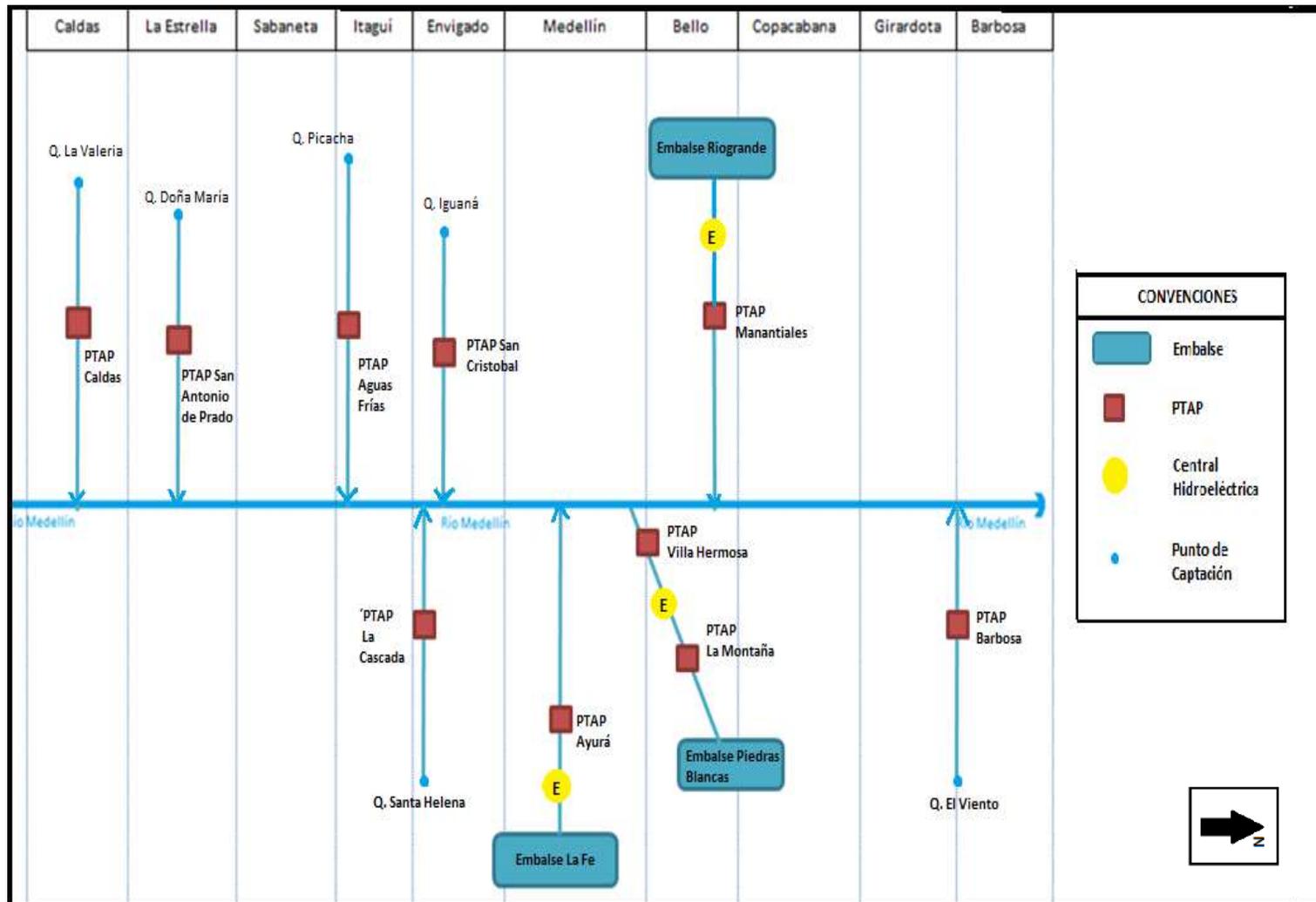
Cabe mencionar que en este sistema también existen casos de PCH, correspondiente a la central Hidroeléctrica Piedras Blancas, construida para aprovechar energía y agua potable. Otro caso es la central hidroeléctrica Ayurá cuya capacidad instalada del orden de 20 MW, cuenta con aprovechamiento del agua para la potabilización y prestación del servicio público domiciliario de acueducto en el municipio de Envigado. También, la central hidroeléctrica La Tasajera, ubicada en el municipio de Barbosa suministra agua potable y genera energía eléctrica, al tiempo que contribuye con la descontaminación del río Medellín ³⁵.

Por otra parte, en cuanto a la calidad de las fuentes de abastecimiento, cabe mencionar que aquellas ubicadas en los municipios ubicados aguas arriba a Medellín, es decir, Caldas, La Estrella, Sabaneta, Itagüí y Envigado, presentan más bajas concentraciones de EColi y Coliformes Totales. Sin embargo en términos de Sólidos Suspendidos Totales, en su gran mayoría, las condiciones de calidad desmejoran. En manera resumida, la Ilustración 2.7 muestra la ubicación de las PTAP a lo largo del Valle de Aburrá, incluyendo sus fuentes de abastecimiento y los municipios a los que se les presta el servicio.

Puede afirmarse entonces, que en el Valle de Aburrá no se presentan conflictos por escasez de agua. Esto debido a que se cuenta con varias fuentes de abastecimiento y con la infraestructura necesaria para transportar y potabilizar agua potable para toda población. Para corroborar dicha afirmación es importante citar el Boletín Informativo de EPM E.S.P. del 14 de enero de 2013, en el que la empresa prestadora del servicio reporta, para el sistema que atiende el Valle de Aburrá, normalidad en el comportamiento de las fuentes de agua y en la prestación del servicio de acueducto, *“para el caso de las plantas que se abastecen de embalses a la fecha se reportan niveles adecuados de almacenamiento y para aquellas que captan al agua directamente de las fuentes superficiales, también se presenta un abastecimiento normal y no se prevé novedad alguna en el suministro de agua proveniente de estas fuentes”* (EPM E. , 2013).

³⁵ Tomado del sitio Web: [http://www.epm.com.co/site/Home/Institucional/Nuestrasplantas/Energ%C3%ADa/Centraleshidroel%C3%A9ctricas.aspx]. Recuperado en febrero de 2013.

Ilustración 2.7. Abastecimiento de agua potable en Valle de Aburrá.



Fuente: (EPM E. , 2010), UT Macrocuencas

2.12.1.2.4 Vertimientos y tratamiento de aguas residuales

El Valle de Aburrá cuenta con la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR San Fernando, también conocida como Planta Darío Londoño Villa. Esta planta, cuyo costo total de construcción fue de US\$130 millones de dólares, se encuentra ubicada en el municipio de Itagüí cerca de la Central Mayorista de Antioquia. De manera general, su función es recibir y tratar las aguas residuales industriales, comerciales y residenciales de los municipios de Envigado, Sabaneta, La Estrella, Itagüí, parte del sur de Medellín y en un futuro de Caldas. Esta PTAR trata el 20% de las aguas residuales producidas en el Valle de Aburrá.

En la siguiente tabla se presentan las características operacionales principales de la PTAR San Fernando.

Tabla 2.11. Características de operación PTAR - San Fernando.

Tratamiento	Capacidad
Tipo de Planta	Secundaria
Capacidad instalada (m ³ /s)	1.8
Remoción de Sólidos Totales (%)	13.53
Remoción de DBO (%)	12.3
Remoción de DQO (%)	25.73

Fuente: (S.U.I., 2007)

Aunque la PTAR San Fernando cuenta con la capacidad para realizar el proceso de tratamiento de las aguas vertidas por los municipios Envigado, Sabaneta, La Estrella, Itagüí y sur de Medellín, no es suficiente para cubrir las necesidades de saneamiento de las aguas residuales industriales, comerciales y residenciales de toda la región del Valle de Aburrá. Como consecuencia de ello, según el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Aburrá - Medellín (POMCA), *“...las condiciones de calidad del río han cambiado drásticamente con el paso de los años. Inicialmente el municipio de Medellín comenzó descargando sus aguas residuales a la Quebrada Santa Elena, Envigado a la Quebrada Ayurá, Caldas a la Quebrada La Valeria e Itagüí a la Quebrada Doña María”*. Las primeras descargas de vertimientos se hacían mediante desagües individuales y, a medida que la población fue creciendo, las descargas empezaron a realizarse por medio de diques y alcantarillados que desembocan directamente en el río Medellín.

El río Medellín – Aburrá eje de desarrollo del Valle de Aburrá, nace en el Alto de San Miguel, refugio ecológico y Parque Natural, en las veredas La Clara, La Salada y El Sesenta del municipio de Caldas a una altura de 3000 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una longitud aproximada de 100

kilómetros desde su nacimiento hasta la desembocadura en el Río Grande, donde empieza a llamarse Río Porce. El río Porce desemboca en el Río Nechi, y este finalmente en el Río Cauca.

Tal y como se muestra en la ilustración anterior, a lo largo de su recorrido el río Medellín recibe aguas de aproximadamente 196 afluentes que son quebradas directas y de las cuales 57 se ubican sobre el territorio del municipio de Medellín. Aguas arriba del río se encuentran municipios antioqueños como: Santa Bárbara, Fredonia y Retiro. Aguas abajo se encuentran: Don Matías, Cisneros, Gómez Plata y Amalfi, en este último el río recibe el nombre de Porce, como se mencionó anteriormente. Durante la última década, los vertimientos de las industrias y el comercio de esta cuenca han aumentado y con ello el deterioro del ecosistema acuático del río. Es así como ha habido incrementos en los parámetros de DBO, DQO, entre otros. Entre los años 2004 y 2011 se monitoreó e hizo seguimiento a la calidad de agua de la cuenca del río Aburrá en jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Existen a lo largo del río alrededor de 20 estaciones de monitoreo de calidad del agua.

De la información presentada anteriormente se observa que el río Medellín muestra los niveles de contaminación más altos justo después de pasar por el municipio de Medellín y a lo largo de los municipios de Bello, Copacabana y Girardota, debido a que las aguas residuales de estas regiones no alcanzan a ser tratadas por la PTAR San Fernando y, como se mencionó previamente, se descargan directamente a las aguas del río Medellín. Incluso, según la Gerencia de Aguas de EPM E.S.P las concentraciones de DBO₅ registradas en el tramo justo a la salida del municipio de Medellín (entre las estaciones Aula Ambiental, Puente Acevedo y Puente Machado) superan los 90 mg/L, una cifra alta comparada con el valor máximo permitido de 20 mg/L que debería tener una fuente hídrica con calidad regular (RAS, 2000). Sin embargo, es importante resaltar que el río Medellín tiene una alta capacidad de auto-recuperación, lo que genera que sus condiciones de calidad mejoren, en cierta medida, a la salida de Valle de Aburrá, más o menos a la altura de los municipios de Girardota y Barbosa.

La ilustración a continuación muestra el comportamiento del Oxígeno Disuelto – OD a lo largo del río Medellín. Cabe aclarar que a mayor concentración de OD mejores son las condiciones de calidad de la fuente analizada. La línea azul muestra el comportamiento obtenido antes de construirse la PTAR San Fernando. La línea rosada muestra las condiciones mejoradas del parámetro después del paso por la PTAR. Por su parte, la línea verde muestra lo que sería el comportamiento del parámetro con la construcción del interceptor Moravia – Bello; y finalmente la línea negra presenta las condiciones que se obtendrían con la implementación del proyecto de construcción de la PTAR Bello, el cual se describirá en mayor detalle más adelante.

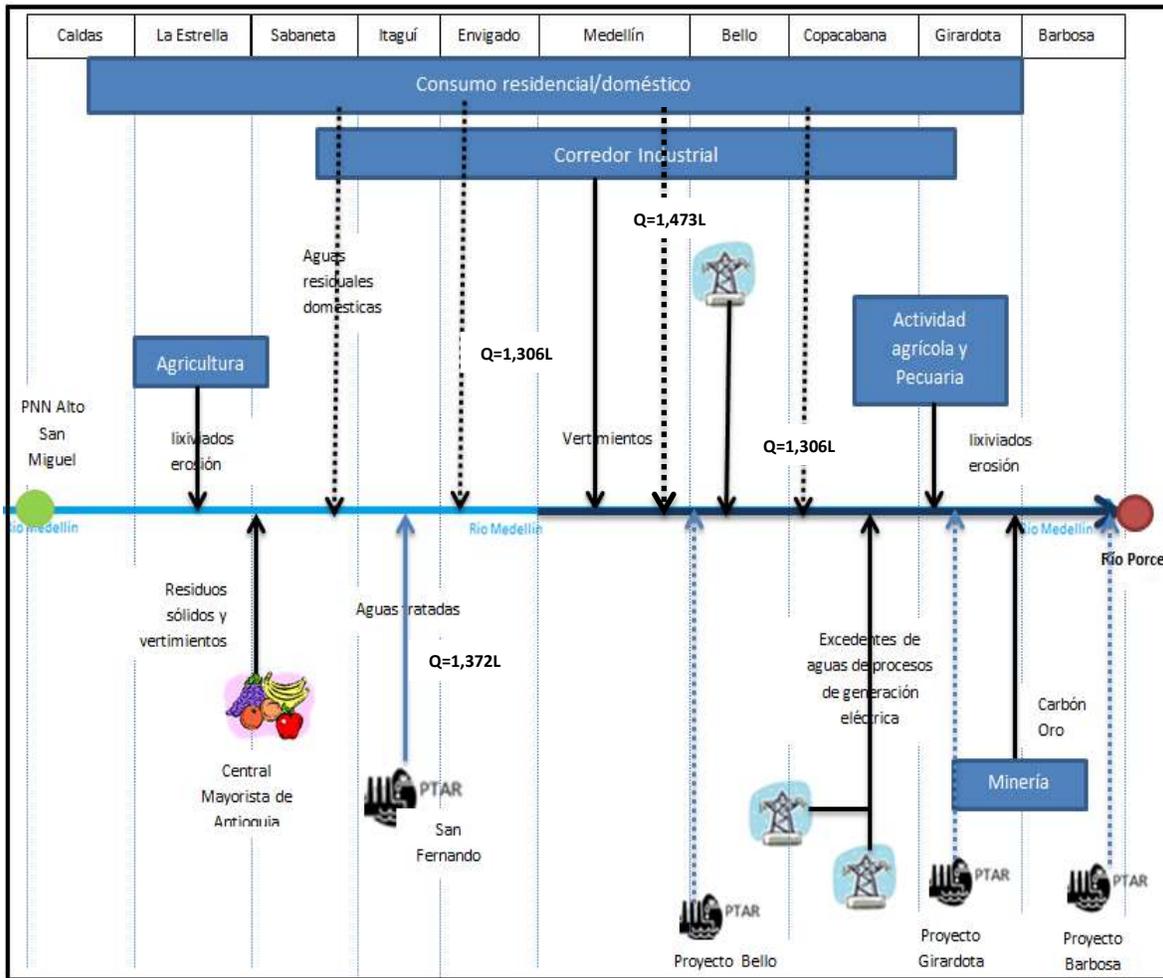
Ilustración 2.9. Comportamiento del Oxígeno Disuelto - OD a lo largo del río Medellín.



Fuente: (Gerencia Metropolitana de Aguas, 2011)

En conclusión, la contaminación del río Medellín – Aburrá es, en realidad, un asunto regional que involucra a numerosas entidades territoriales. Si bien la única PTAR que opera actualmente en el Valle de Aburrá permite tratar las aguas del río antes de entrar a Medellín, en su recorrido por dicho municipio el río alcanza los máximos valores de contaminantes y en sus condiciones más bajas de calidad afecta a su paso los municipios aledaños de Bello, Copacabana y Girardota. Luego, dada su capacidad de auto-depuración, el río mejora, en cierta medida, sus condiciones de calidad a la altura del municipio de Barbosa. A continuación se presenta un modelo conceptual que describe el conflicto por contaminación del río Medellín en el Valle de Aburrá (Ilustración 2.10).

Ilustración 2.10. Modelo conceptual de los procesos que impactan la calidad del agua en el río Medellín – Aburrá.



Fuente: UT Macrocuencas

2.12.1.2.5 Proyectos

Las principales actividades llevadas a cabo por EPM E.S.P para el saneamiento del río Medellín y sus quebradas afluentes se iniciaron en agosto del año 1955. Actualmente existe un plan denominado Plan de Saneamiento del Río Medellín y Quebradas Afluentes y tiene como principal objetivo *“...garantizar la recolección, el transporte, el tratamiento y la disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, articulados con los objetivos y metas de calidad y uso que definió el Área Metropolitana del Valle de Aburrá para el río Medellín”* (Gerencia Metropolitana de Aguas, 2011).

Como se mencionó anteriormente, uno de los proyectos de mayor importancia para lograr el saneamiento del río es la construcción de una nueva PTAR que llevará el nombre de Bello. Mediante este proyecto se transportarán las aguas residuales de los municipios de Medellín y Bello hasta el sitio en donde recibirán tratamiento de tipo secundario, antes de ser descargadas al río Medellín. *“Al reducir la carga orgánica que recibe el río se logrará el objetivo de calidad del agua, establecido por la autoridad ambiental -Área Metropolitana del Valle de Aburrá-, de elevar el contenido de oxígeno disuelto hasta un nivel mínimo de 5 mg/l en promedio, a la altura de ríos descontaminados de grandes ciudades del mundo”* (Gerencia Metropolitana de Aguas, 2011). Con la implementación del proyecto se espera recuperar espacios en las riberas para ser utilizados en la recreación y en desarrollos urbanísticos y paisajísticos; también se disminuirán las enfermedades de origen hídrico y se permitirá su uso en actividades industriales.

La planta será tres veces mayor a la PTAR San Fernando, tendrá una capacidad de 5m³/s de aguas con descargas aproximadas de 123t/d de DBO₅ y 120t/d Sólidos Suspendidos. Su financiación se logró mediante la aprobación de un crédito solicitado al BID por un monto de USD\$450 millones de dólares. La puesta en marcha de esta planta requiere de la construcción del Interceptor del Norte, una infraestructura que permitirá recolectar y transportar las aguas residuales de las actuales descargas de los Interceptores Oriental y Occidental, así como de los colectores existentes y proyectados en la zona norte de la ciudad, hasta el sitio de la futura planta de tratamiento de aguas residuales Bello. *“El Interceptor será una estructura paralela al río Medellín, para su construcción se instalarán 7.7 km de tubería de concreto entre 2.2 y 2.4 m de diámetro interno, aproximadamente, mediante un sistema de perforación subterránea sin zanja (un túnel excavado con una máquina tuneladora), entre el sector de Moravia-Caribe, en Medellín y el sitio donde se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales Bello”* (Gerencia Metropolitana de Aguas, 2011). Después de dicha obra sólo quedaría por sanear las aguas de los municipios Copacabana, Girardota y Barbosa, por lo que también se espera construir dos plantas adicionales de tipo preliminar, donde sólo se removerán materiales de tipo inorgánico.

2.12.1.3 CASO DE LA CUENCA ALTA DEL RIO CAUCA

2.12.1.3.1 Generalidades

Cali es la capital del departamento de Valle del Cauca. Está localizada en el suroccidente del país a una altitud de 995 msnm. Su población es de 2.244.668³⁶ habitantes. Según el Censo del DANE del año 2005, la cobertura de acueducto es de 98.5% y la de alcantarillado es de 97.9 %. De igual manera, EMCALI es la empresa encargada de prestar los servicios de acueducto y alcantarillado.

2.12.1.3.2 Abastecimiento de agua potable

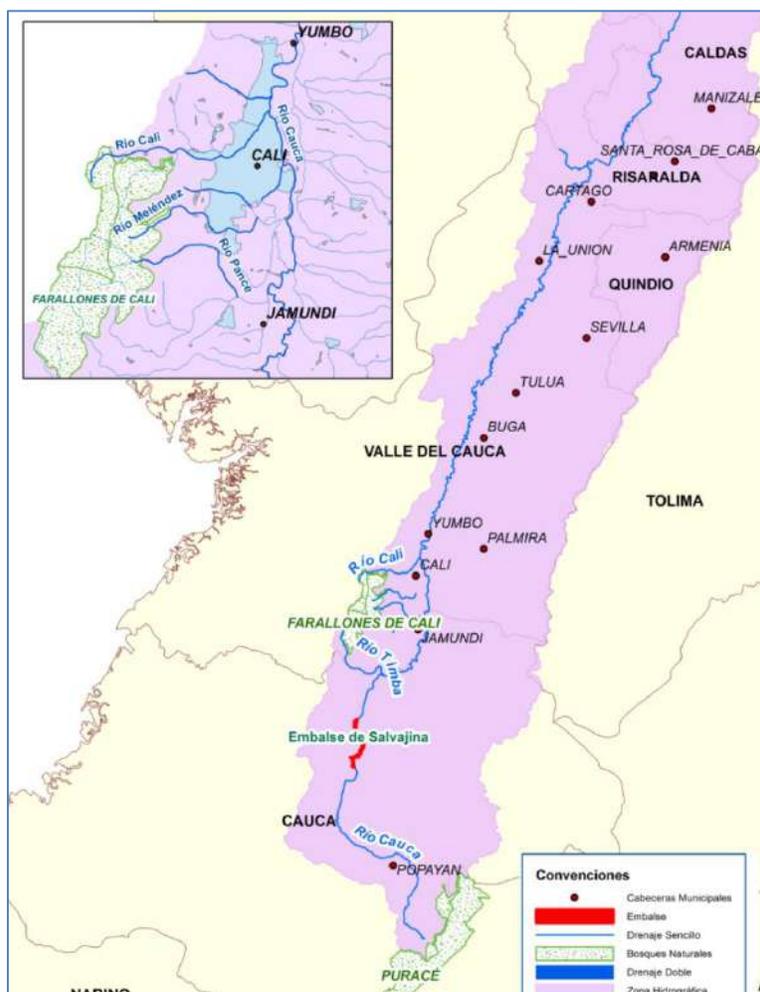
El río Cauca es la principal fuente de abastecimiento de la ciudad de Cali. Nace en el Parque Natural Nacional (PNN) de Puracé, el cual está localizado en los Municipios de San Sebastián, Santa Rosa, Puracé, Inzá, Sotará y Totoró en el departamento del Cauca y en el Huila los municipios de La Argentina, La Plata, Isnos, Salado blanco y San Agustín. El parque tiene una extensión aproximada de 83.000 hectáreas, una altura entre 2500 y 5000 msnm, temperatura promedio de 3°C a 18°C., conformado por ecosistemas de bosque andino, bosque altoandino y páramo los cuales presentan buen estado de conservación y son hábitat de mamíferos, aves y flora en posible extinción.³⁷

La siguiente ilustración presenta la ubicación de la cuenca alta del río Cauca y los municipios a su paso.

³⁶ DANE. Censo general 2005. Proyecciones de población a 2010.

³⁷ Tomado de la página Web: <http://www.parquesnacionales.gov.co>. Recuperado en febrero de 2013.

Ilustración 2.11. Cuenca alta del Rio Cauca.



Fuente: UT Macrocuenas con información de SIGOT (SIG-OT, 2007).

El uso del agua del rio Cauca que realizan los diferentes sectores en los departamentos de Cauca y Valle del Cauca se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 2.12. Usos del agua del rio Cauca por los diferentes sectores en el Cauca y Valle del Cauca.

Departamento del Cauca			
Uso Caudal	Concesiones 2009	Demanda (lts)	Participación
Agrícola	609	18.545	42,0%
Doméstico	141	2.252	5,1%
Industrial	39	1.766	4,0%
Generación de energía	7	20.753	47,0%
Otros usos	159	839	1,9%
TOTAL	955	44.155	100,0%

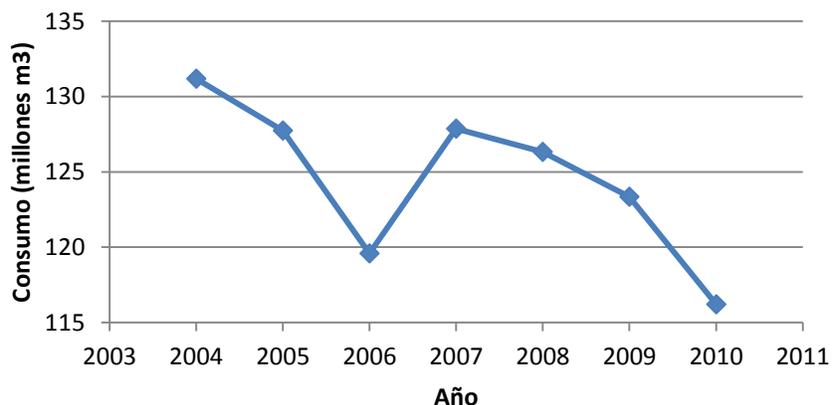
Departamento del Valle del Cauca			
Uso Caudal	Concesiones 2009	Demanda (lts)	Participación
Agrícola	4.604	120.191	75,10%
Doméstico	2.109	15.522	9,70%
Industrial	59	22.794	14,30%
Generación de energía	6	1.412	0,90%
Otros usos	9	23	0,00%
TOTAL	6.787	159.942	100%

Fuente: (DNP D. N., 2009)

De igual manera, es relevante tener presente que los cultivos de caña que ocupan un área de 134.563 hectáreas para el año 2010 (AGRONET), consumen cerca de 1.630.231.522 m³ de agua mediante métodos de riego por dispersión y gravedad. La sobreexplotación de los acuíferos por parte del sector azucarero podría también limitar la posibilidad de que la ciudad de Cali y otros poblados utilicen estos recursos.

La siguiente ilustración muestra el consumo anual de agua en m³ que se presenta en la ciudad de Cali. Durante la última década Cali tuvo varias suspensiones del servicio de acueducto (un corte de agua cada 16 días en promedio) (EMCALI, 2012). En el 2012 se presentaron 43 paradas de las plantas de tratamiento por contaminación y alta turbiedad del agua del río Cauca (DNP, 2000).

Ilustración 2.12. Consumo anual de agua (m3) en la ciudad de Cali.



Fuente: (Alcaldía de Santiago de Cali, 2011)

2.12.1.3.3 Vertimientos y tratamiento de aguas residuales

Cali actualmente cuenta con una PTAR de tipo primario, la planta Cañaveralejo, que procesa 6 m³/s de aguas residuales llevadas por la red de alcantarillado de la ciudad. Sin embargo, aproximadamente el 15% de la ciudad no tiene cobertura de alcantarillado, por lo que sus aguas

residuales llegan sin ningún tratamiento al río Cauca. La ciudad aporta 200,000 toneladas de desechos líquidos diarios al río Cauca (Morelco, 2010).

Adicionalmente, en el recorrido del Río Cauca por los departamentos del Cauca y Valle del Cauca de sur a norte, y su curso en Risaralda recibe la contaminación de los principales asentamientos humanos, actividades agropecuarias e industriales, y los sedimentos producto de la erosión de suelos agrícolas y la explotación minera. La

Ilustración 2.13 resume los aportes contaminantes por sector para el Departamento del Cauca.

A pesar de los vertimientos domésticos e industriales que ocurren en el departamento del Cauca, según mediciones de la CRC, a su paso por el departamento el río mantiene niveles relativamente altos de DBO, característicos de ríos limpios (DNP, 2009). El bajo impacto relativo de la industria y el sector doméstico en el departamento obedece por un lado a una población comparativamente pequeña, y por otro a que las industrias formales en general hacen un tratamiento adecuado de sus efluentes.

En contraste, el río muestra un alto nivel de contaminación por sólidos suspendidos³⁸. En la parte más alta de la cuenca del río Cauca, el factor de mayor impacto sobre la calidad de agua es el aporte de sedimentos, resultado de la erosión por uso indebido del suelo agrícola y por explotación minera, en particular la extracción de material de arrastre.

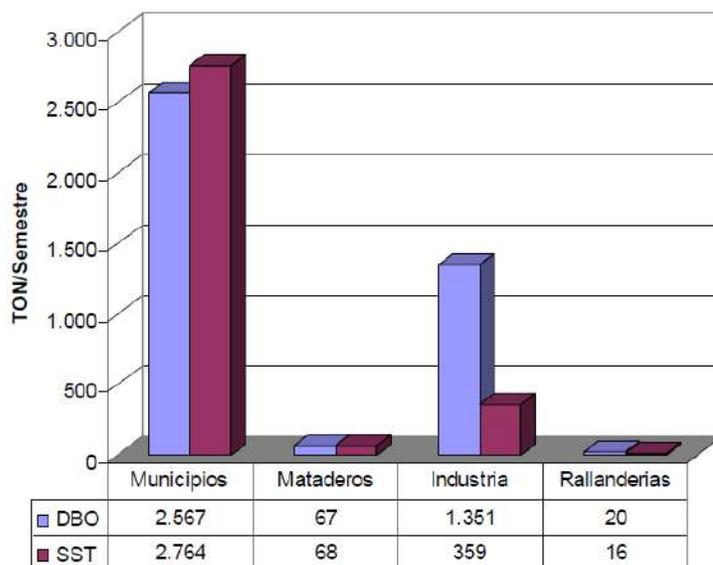
En el Departamento del Valle del Cauca, el río continúa recibiendo aportes significativos de sedimentos por la erosión resultante del inadecuado uso del suelo agrícola. Además, recibe aportes grandes de contaminación doméstica e industrial, siendo el corredor industrial y urbano Jamundí-Cali-Yumbo-Palmira la fuente más significativa. Un factor relativamente reciente que ha intensificado la contaminación por aguas residuales domésticas es el aumento de barrios subnormales que por definición expresa de la normatividad vigente, no pueden ser conectados con las redes de alcantarillado del departamento.

Además de los sedimentos que puedan estar siendo producidos por la erosión de los suelos agrícolas del Valle del Cauca, asuntos tales como la contaminación de aguas subterráneas y superficiales con nutrientes (eutrofización) y pesticidas, es un asunto a tener en cuenta. Esto porque tales sedimentos

³⁸ CONPES – Río Cauca “...el Río Cauca posee altos niveles de contaminación por sólidos suspendidos atribuibles a deforestación de las cuencas y pérdida de cobertura vegetal en las franjas protectoras, además de actividades antrópicas como la extracción de materiales de arrastre que genera alto impacto sobre los lechos del río Cauca y sus tributarios en este departamento”.

y contaminantes podrían estar también limitando la posibilidad de utilizar los recursos hídricos aguas abajo o, por lo menos, afectando sus costos de tratamiento y potabilización.

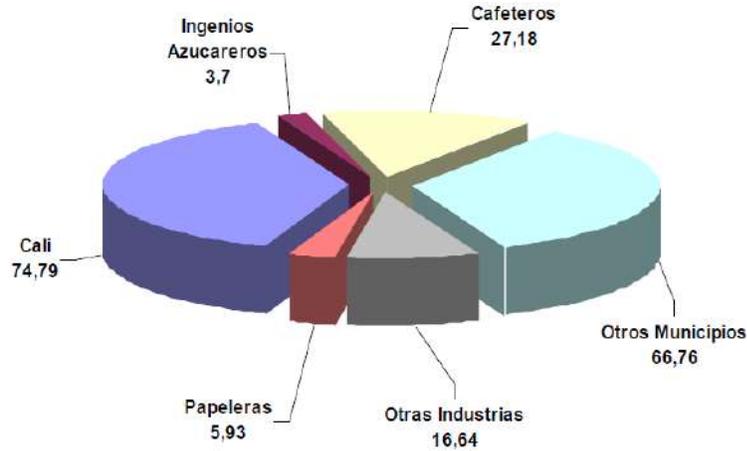
Ilustración 2.13. Cargas contaminantes por sector³⁹ en el Departamento del Cauca.



Fuente: (DNP D. N., 2009)

Ilustración 2.14. Distribución de los aportes de cargas contaminantes DBO5 Ton/día que generan aguas residuales en la cuenca del río Cuaca, Departamento del Valle del Cauca.

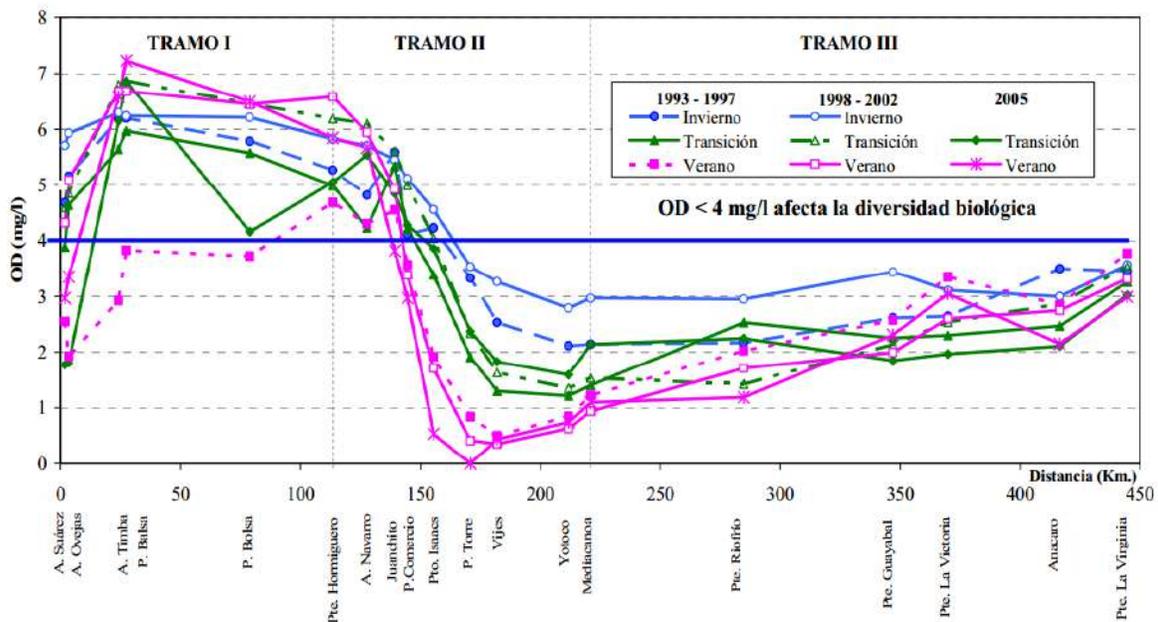
³⁹ Rallanderías: Fábricas productoras de almidón de yuca



Fuente: (DNP D. N., 2009, pág. 16)

Las fuertes descargas contaminantes hacen que al pasar por este corredor urbano-industrial el río Cauca pierda todo su oxígeno disuelto, el cual se recupera paulatinamente a medida que avanza por el norte del Valle hacia Risaralda, sin llegar a alcanzar el nivel mínimo que se considera sano para un río (OD 4 mg/l) (DNP D. N., 2009).

Ilustración 2.15. Oxígeno disuelto a lo largo del río Cauca en los tramos monitoreados por la CVC.



Fuente: (DNP D. N., 2009, pág. 17)

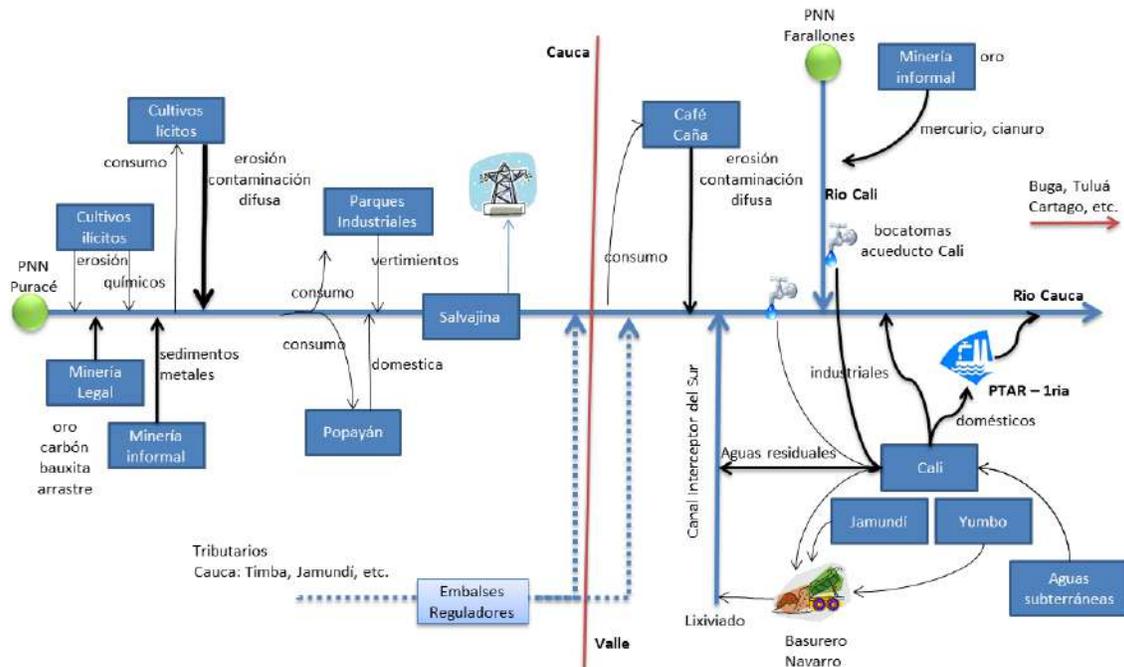
En este caso se pueden discernir varios de los problemas y procesos identificados en el modelo general:

1. Riesgo de escasez de agua potable para la ciudad de Cali por contaminación del río aguas arriba de la ciudad.

2. Riesgo de escasez para los asentamientos aguas abajo de la ciudad de Cali (Bugá, Tuluá, Sevilla, La Unión, Cartago, etc.) por la descarga de vertimientos domésticos e industriales de Cali.
3. Capacidad (limitada) del río para depurar los vertimientos de Cali, con recuperación del oxígeno disuelto a niveles cercanos al mínimo de calidad (OD 4 mg/l) a la altura del límite entre Valle y Risaralda.

La siguiente ilustración muestra un modelo conceptual de la problemática de escasez por contaminación en la cuenca alta del río Cauca, identificando los principales actores y procesos.

Ilustración 2.16. Modelo conceptual de los procesos que impactan la calidad del agua en la cuenca alta del Río Cauca.



Fuente: UT Macrocuencas

La utilización eficiente y equitativa de los recursos hídricos de la cuenca requiere necesariamente una visión regional, que incluya en el análisis todos los costos y beneficios de las diferentes alternativas de intervención posibles. A continuación se mencionan algunas de las acciones que los agentes involucrados han emprendido, o están considerando.

2.12.1.3.4 Proyectos

De acuerdo con ello, las soluciones emprendidas o consideradas para los problemas de abastecimiento de la ciudad de Cali incluyen:

- Uso de las aguas subterráneas. EMCALI ha considerado la posibilidad de poner en marcha, a mediados de 2013 EMCALI 4 pozos profundos para el abastecimiento del distrito de Agua Blanca. Los pozos producirán 600 litros por segundo, que beneficiarán a por lo menos 500.000 habitantes. (EMCALI, 2012)
- Captación de agua en los tributarios del Cauca al sur de Cali. EMCALI ha estimado que captar agua del río Timba podría generar entre 688 y 750 millones de metros cúbicos anuales de agua para la ciudad (para poner esto en perspectiva, la muestra el consumo de agua de Cali en los últimos años). Este tipo de soluciones requerirían la construcción de embalses, plantas de tratamiento y nuevas redes. De contar la ciudad con este nivel de abastecimiento, sería razonable pensar en la posibilidad de abastecer desde Cali a los municipios aguas arriba, cuya fuente natural se hace inutilizable por la contaminación de la ciudad (INGETEC, 2012).
- Captar agua desde otros puntos del río Cauca. EMCALI ha propuesto mover las bocatomas del acueducto de Cali aguas arriba para disminuir los problemas de potabilización cuando el Cauca presenta demasiada turbiedad y agotamiento del oxígeno disuelto. Paradójicamente el tramo de las bocatomas actuales no solo presenta los problemas causados por la erosión cuenca arriba, recibe también contaminación de la misma ciudad de Cali a través del Canal Interceptor del Sur.

Asimismo, para abordar el problema de la contaminación que Cali le aporta al río Cauca se han considerado varias acciones, que tienen que ver con:

- Obras de alcantarillado en los asentamientos ubicados en la zona alta del canal del Sur.
- Clausura y tratamiento de lixiviados del relleno sanitario de Navarro.
- Reforestación en las zonas priorizadas.
- Implementación de tratamiento secundario en la PTAR de Cañaveralejo

El costo estimado de estas intervenciones era, al 2009 cuando se formuló el CONPES para el saneamiento del río Cauca, de aproximadamente US\$ 450 millones. Estimaciones más recientes (a 2012) de solo el costo de la reconversión de la PTAR de Cañaveralejo a nivel secundario, indican que sería de US\$240 millones (Alcaldía de Santiago de Calí).

Los altos costos de todas estas intervenciones enfatizan la necesidad de un análisis integral (que considere aspectos económicos, sociales y ambientales) y con visión regional de los costos y beneficios de diferentes escenarios. Es necesario además, asegurar que la población, en particular aquellos llamados a asumir los costos y beneficios de las distintas opciones, cuenten con información completa que les permita valorar las distintas opciones y conocer las consecuencias de la decisiones que se toman.

2.12.1.4 CASO DE TUNJA

2.12.1.4.1 Generalidades

Tunja es la capital del departamento de Boyacá. Se encuentra localizada en el altiplano cundiboyacense a una altitud de 2820 msnm. Cuenta con una población de 171.082 habitantes⁴⁰ en algo más de 42.000 hogares. De acuerdo con cifras del Censo del 2005, el 97,5% de la población cuenta con acceso al servicio de acueducto y el 94,6% a sistema de alcantarillado. La empresa de servicios públicos operadora del servicio de acueducto es Proactiva Aguas de Tunja S.A. ESP.

2.12.1.4.2 Abastecimiento de agua potable

Para efectos de provisión de agua, Proactiva Aguas de Tunja S.A. ESP se surte de agua principalmente del embalse de Teatinos, que se encuentra ubicado en el páramo de Rabanal entre los 3.200 - 3.500 msnm, en una zona que corresponde a la cuenca del Orinoco. Este caso es de interés toda vez que, como en el caso de Bogotá, se presenta un trasvase de agua entre Macrocuencas (Orinoco – Magdalena Cauca). La gráfica siguiente ilustra la situación:

Ilustración 2.17. Esquema de provisión de agua de la ciudad de Tunja.



Fuente: Adaptado de Google.

Como se puede apreciar del esquema anterior, a través de una conducción de 25 km, un caudal de algo más de 300 litros por segundo es trasvasado y tratado en la planta de potabilización de Proactiva Aguas de Tunja S.A. ESP. El embalse Teatinos se surte de agua de una serie de quebradas y riachuelos provenientes del páramo de Rabanal, un complejo montañoso localizado en el altiplano cundiboyacense entre los departamentos de Boyacá y Cundinamarca. En el Páramo tienen

⁴⁰ DANE. Censo general 2005. Proyecciones de población a 2010.

jurisdicción los municipios de Ventaquemada, Samacá y Ráquira en el Departamento de Boyacá. En Cundinamarca, sobre el páramo, tienen jurisdicción los municipios de Guachetá y Lenquazaque.

El Plan Participativo de Manejo y Conservación del macizo del Páramo de Rabanal, establece que el área de manejo del páramo alcanza una extensión de 29.350 ha, incluyendo zonas por debajo de los 3.000 m.s.n.m (Espitia, 2008). Según Morales Rivas, y otros (2007), la precipitación de la zona del páramo? varía entre 650 y 950 mm promedio multianual. El páramo del Rabanal se clasifica de semihúmedo a seco. Los suelos del páramo son propios de las altas montañas caracterizadas por alta susceptibilidad, baja fertilidad, acidez, baja temperatura, pedregosidad y alta retención de humedad. Este ecosistema ha sido declarado como un ecosistema estratégico⁴¹ (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR, 2004) por su riqueza en cuanto a su biodiversidad. En la zona de influencia se han identificado 47 humedales que cubren un área aproximada de 1.390 hectáreas, con 245 ha con espejos de agua.

La tabla siguiente resume los problemas ambientales que están afectando al páramo de Rabanal.

Tabla 2.13. Afectaciones al paramo de Rabanal.

Actividades	Impactos ambientales
Desarrollo de actividades mineras	Destrucción de: <ul style="list-style-type: none"> • Coberturas vegetales nativas. • Erosión. • Perdida de suelos agrícolas. • Contaminación atmosférica • Afectación a aguas superficiales y subterráneas
Establecimiento de cultivos de papa y pastoreo por encima de los 3000 m.s.n.m.	
Transformación de extensas áreas para el establecimiento de plantaciones forestales	Conflictos por el uso del recurso: <ul style="list-style-type: none"> • Alteración de caudales. • Destrucción de humedales • Afectación en zonas de captación y recarga de acuíferos • Problemas de acceso y distribución del recurso
Demanda de agua para consumo humano, agropecuario y minería	

Fuente: Adaptado de: (Tapia, 2008) (Plan de Acción para el Páramo de Rabanal 2005-2010, (s.f.))

En la zona del páramo, se presentan actividades económicas no compatibles con la conservación. De acuerdo con el Plan de Acción para el Páramo de Rabanal 2005-2010, en su área de influencia se ha podido establecer que los principales usos del suelo están asociados con: ganadería con 31% del

área del páramo. Por su parte, las áreas para cultivo de papa ocupan un 17% y reforestación con especies exóticas un 14%. (Tapia, 2008) (Morales Rivas, y otros, 2007)

El páramo es una importante estrella hidrográfica de alto rendimiento, que surte de agua una parte importante de la región a través de una amplia red de quebradas, caños y reservorios. Entre las zonas que surten de agua este macizo, se encuentran la Represa de Chivor, el embalse la Esmeralda, el Embalse Teatinos, la laguna de Fúquene y el río Suárez, entre otros⁴².

Debido a la alta producción de agua de la zona, se han presentado numerosos conflictos por el recurso hídrico, entre ellos:

Tabla 2.14. Principales conflictos por el agua en la zona del páramo del Rabanal.

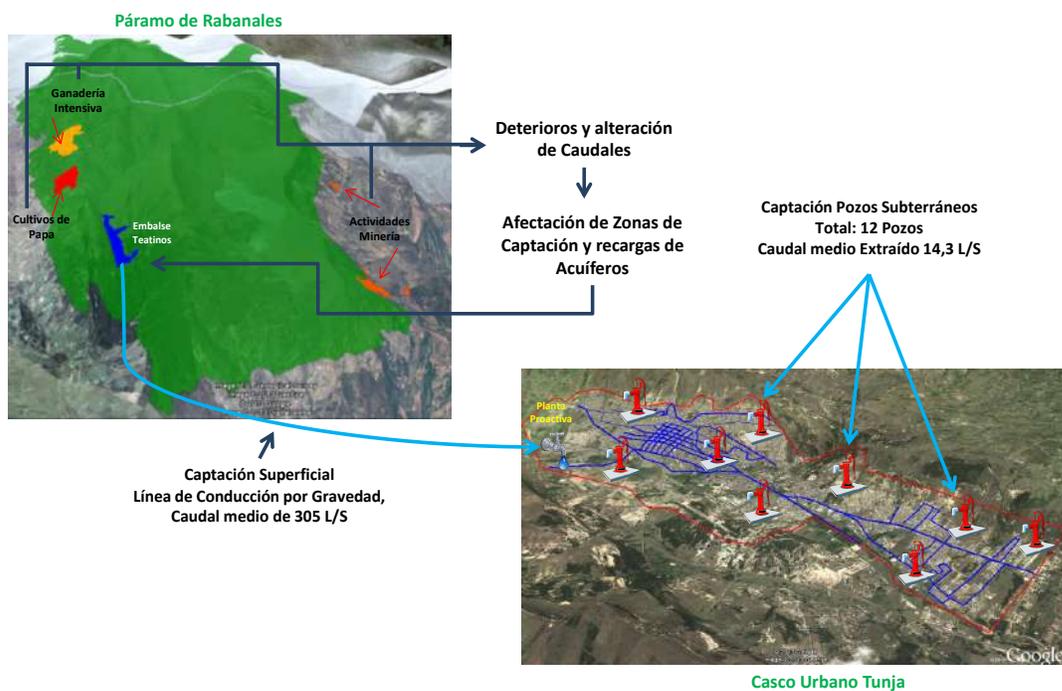
Tipo y origen del conflicto por demanda o uso del agua	Ubicación (microcuenca –región abastecida)	Actores directamente involucrados
Demanda de agua y uso inadecuado de la misma.	Quebrada Cortaderal – Teatinos	Acueductos de Puente Boyacá, sector Mata Negra (Ventaquemada), Samacá y Tunja.
Falta de acuerdos en solicitudes por acceso al agua.	Distrito de riego de Samacá.	ASUSA, Acueductos de las veredas: Churuvita y Ruchical (Samacá)
Uso inadecuado y falta de acuerdos.	Río Quebrada Honda.	Acueducto Regional No 1 (Guachetá) y Firita Peña Arriba (Ráquira).
Uso inadecuado y falta de acuerdos.	Quebrada Boquerón Chiquito.	Tibita (Villapinzón) y Boquerón (Ventaquemada).
Uso inadecuado, Demanda de agua. Destinación de uso no prioritario.	Vereda Loma Redonda (Samacá).	Escuela Alto del Aire (Samacá), Hornos de coque.
Uso inadecuado y falta de acuerdos.	Río Albarracín.	Acueductos de San José del Gacal, Regional, La Sierra, Boquerón - El Carmen.

Fuente: Tomado del Plan de Manejo del Páramo del Rabanal 2005-2010

⁴² Plan Participativo de Manejo y Conservación del macizo del Páramo de Rabanal.

Las actividades no compatibles con los objetivos de conservación del páramo hacen que se deteriore la calidad del agua que proporciona el ecosistema, principal fuente de abastecimiento de agua para la ciudad de Tunja. La siguiente gráfica esquematiza la situación.

Ilustración 2.18. Problemáticas asociadas al abastecimiento de agua en la ciudad de Tunja.



Fuente: Adaptado de Google

De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua 2010 realizado por el IDEAM, en la ciudad de Tunja, abastecida por el embalse Teatinos, se presenta un alto índice de vulnerabilidad hídrica para condiciones medias y secas. Lo anterior significa para esta ciudad una alta probabilidad de quedar desabastecida del recurso para consumo humano, aun en épocas de comportamiento promedio.

Durante la época de lluvias del año 2012, la infraestructura de provisión de agua de la ciudad de Tunja fue impactada por deslizamientos de tierra que causaron interrupciones en la prestación del

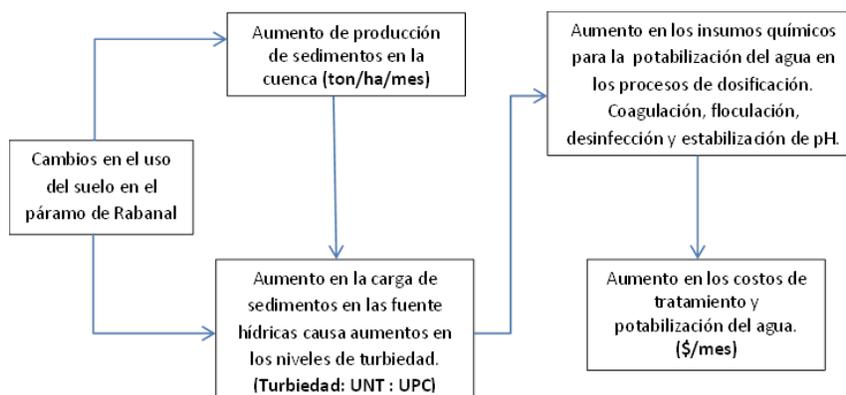
servicio. Desde hace más de 5 años la SSPD⁴³ ha solicitado a los prestadores del servicio planes de contingencia ante eventos tales como crecientes, avalanchas y sequías, con el fin de contrarrestar las interrupciones en el servicio.

Este caso de estudio es el típico de dos tipos de agentes usuarios del recurso hídrico. Los ubicados en la parte alta de la cuenca (agricultura de papa, minería, ganadería, etc.) y los ubicados aguas abajo (la sociedad de Tunja y la empresa de servicios públicos), que reciben las externalidades negativas generadas en la parte alta. Los agentes aguas arriba no tienen incentivos para conservar los flujos de bienes y servicios generados por el ecosistema, mientras que los segundos, ubicados aguas abajo, incurren probablemente en mayores costos a fin de mantener los niveles de calidad ambiental.

En esta problemática de asignación del recurso hídrico intervienen un sinnúmero de actores. Aguas arriba están los pequeños agricultores y ganaderos. Adicionalmente, se encuentran las pequeñas mineras que explotan carbón en la zona. Estas se caracterizan por ser agentes económicos informales y por emplear tecnologías precarias de extracción. Adicionalmente, son tres las autoridades ambientales con competencia en el área de influencia del páramo de Rabanal: CORPOBOYACA, CORPOCHIVOR y la CAR de Cundinamarca. Por otra parte, intervienen la UAESPNN y el Instituto Alexander Von Humboldt.

Por su parte, aguas abajo, el principal actor involucrado es la ciudad de Tunja; con 171.082 habitantes ubicados en 42.000 hogares usuarios del servicio público de acueducto. Como se mencionó arriba, también es necesario incluir a la empresa de servicios públicos domiciliarios Proactiva Aguas de Tunja S.A. ESP. Estos dos agentes se ven impactados por los usos del suelo y de las aguas en la zona del páramo. Estudios recientes han mostrado que los costos de potabilización de Proactiva Aguas de Tunja han incrementado de manera significativo en los últimos años como consecuencia de los procesos de deterioro ambiental en el páramo (CGR, 2010).

Ilustración 2.19. Esquematación de la relación entre los costos químicos de Proactiva Aguas de Tunja y los flujos de bienes y servicios ambientales provistos por el Páramo de Rabanal.



⁴³ Tomado de la página Web: <http://basedoc.superservicios.gov.co/ark-legal/SSPD/channel?channel=/Circulares/2007¤tPage=2&pageSize=10>. Recuperado en Febrero de 2013.

Fuente: (R, 2000)

La turbiedad del agua del embalse Teatinos se ha más que duplicado, con consecuencias obvias en el costo de potabilización para Proactiva Aguas de Tunja S.A. ESP, que ha venido aumentando de manera sostenida desde el año 2003 a una tasa anual del 20%. Este costo incremental es transferido a sus usuarios a través de la estructura tarifaria del servicio de Acueducto. De acuerdo con la resolución 287 de 2004 de la CRA, la cual expide

Para el caso de la empresa Proactiva Aguas de Tunja, la CGR⁴⁴ encontró que por cada 100% de aumento en la turbiedad el costo químico por metro cúbico aumenta en 17%. Estimaciones similares para Bogotá han dado cuenta que un incremento del 1% en los sedimentos aportados por la cuenca en el área de influencia de Chingaza incrementa la turbiedad a la entrada de la planta de potabilización en un 0.874%. Adicionalmente, se reporta en el mismo estudio que un incremento del 1% en la turbiedad a la entrada de la planta de tratamiento, incrementa los costos directos de potabilización (costo de los químicos) en un 1.43%.

2.12.1.5 CASO DE MANIZALES

2.12.1.5.1 Generalidades

Manizales es la capital del departamento de Caldas. Está localizada en el suroccidente del país a una altitud de 995 msnm. Su población es de 2.244.668⁴⁵ habitantes. Según el Censo del DANE del año 2005, la cobertura de acueducto es de 19.78% y la de alcantarillado es de 9,63 %. Aguas de Manizales S.A E.S.P es la empresa encargada de prestar los Servicios de Acueducto y Alcantarillado.

2.12.1.5.2 Abastecimiento de agua potable

La ciudad de Manizales se abastece principalmente de la cuenca del río Chinchiná y la subcuenca de río Blanco. La cuenca del río Chinchiná, localizada en la región centro sur del departamento de Caldas es considerada de alta montaña. Nace en el Parque Natural de Los Nevados a una altura de 5400 m.s.n.m. Conforman un ecosistema estratégico y biodiverso que concentra el 55% de la población del departamento de Caldas y la producción industrial y agropecuaria, principalmente cafetera, de los municipios de Manizales, Villamaría, Chinchiná, Neira y Palestina, generando el 80% del PIB de Caldas. (López, 2012). Está conformada principalmente por las quebradas Manizales, Olivares, Río Claro y Guacaica, las cuales son alimentadas por cientos de pequeñas quebradas. La cuenca del Río Guacaica, tiene un área de 149.86 Km.², de los que 92.01 Km.² se ubican en el municipio de Neira y 57.85 Km.² en Manizales, cuyo principal canal conductor es el río Guacaica, que nace en la vereda San Pablo del municipio de Neira, a los 3525 m.s.n.m. y desemboca en el río

⁴⁴ CGR (2010). Valoración de Costos Ambientales Asociados al Uso del Suelo en el Páramo de Rabanal. Una aplicación del enfoque de la función de daño

⁴⁵ DANE. Censo general 2005. Proyecciones de población a 2010.

Chinchiná en la vereda Kilómetro 41 del municipio de Manizales, a una altura de 850 m.s.n.m, drenando un caudal aproximado de 4,8 m³ por segundo. (Vásquez, 2012)

Durante los últimos años, los diferentes cultivos agrícolas, entre los cuales sobresale el área cultivada de café en la cuenca media y baja, han contribuido en cambios importantes en el uso del suelo, especialmente hacia pasturas, lo que ha implicado efectos negativos asociados con la compactación y la erosión del suelo (CARDER, 2007; PROCUENCA, 2010). (López, 2012, pág. 39)

Por otro lado, se encuentra la subcuenca del río Blanco y la Quebrada Olivares bajo la jurisdicción del municipio de Manizales. En la región Andina, es un área considerada de alta importancia y valor estratégico, debido a su producción y regulación del 30% del agua que surte este municipio. La zona presenta un clima frío y húmedo, acompañado de elevada nubosidad, lo cual disminuye la evapotranspiración. Todo esto favorece la alta producción hídrica, abarca un área aproximada de 4.993 hectáreas en un rango altitudinal que oscila entre los 2200 y los 3700 msnm. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible)

En el año de 1992, esta subcuenca fue declarada área de Reserva Forestal Protectora río Blanco y Quebrada Olivares. Su administración se encuentra a cargo de la Corporación Autónoma Regional de Caldas, CORPOCALDAS. Según el Atlas de Reservas Forestales protectoras Nacionales y Conservación Internacional, la reserva abarca una superficie de 4.993 has. El ARFP Río Blanco y Quebrada Olivares fue creada por la importancia que representa para las Empresas Públicas de Manizales la conservación y protección de la vegetación natural y artificial y demás recursos naturales renovables existentes en las cuencas hidrográficas que surten el Acueducto de su municipalidad. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible)

Manizales cuenta entonces con dos importantes fuentes de abastecimiento: la cuenca de río Chinchiná y la subcuenca del río Blanco, conformadas por múltiples fuentes de agua. Ahora bien, en este contexto cabe cuestionar las razones por las cuales la ciudad de Manizales ha venido sufriendo períodos de escasez de agua tan marcados, que han trascendido el plano técnico ambiental y han llamado la atención de la opinión pública. Un ejemplo claro es la crisis por el agua en octubre de 2011.

Ilustración 2.20. Subcuencas Hidrográficas Manizales.

La Planta Luis Prieto Gómez está ubicada en la vereda Gallinazo y es un sistema conformado por dos plantas de tratamiento independientes, Planta Luis Prieto I y II. La primera, es una planta de tipo convencional compacta, que realiza los procesos de presedimentación, coagulación, floculación por recirculación de lodos, sedimentación, filtración mono capa y desinfección y tiene una capacidad de 660 L/s. La segunda planta es de tipo convencional, cuenta con procesos de floculación mecánicos, sedimentación de alta tasa, filtración con lecho de doble capa y desinfección, y tiene una capacidad más alta que la primera, 800 L/s. (Aguas de Manizales S.A E.S.P.)

Las plantas Luis Prieto Gómez I y II utilizan agua termal como coagulante en el proceso de potabilización, siendo la única planta de tratamiento en el mundo con esta característica. El agua termal usada en el tratamiento es un producto natural que tiene su origen en el Parque Nacional Natural de los Nevados, donde brota desde un manantial en el cual ha sido calentada por la actividad geotérmica del nevado (en el punto del afloramiento se encuentra a unos 62°C), donde es recolectada y transportada a la Planta Luis Prieto Gómez mediante tubería. (Aguas de Manizales S.A E.S.P.) La Tabla 2.15 muestra información sobre la capacidad, los caudales de entrada y salida y el tipo de proceso de potabilización de agua realizado en las PTAP de la empresa Aguas de Manizales S.A E.S.P.

Tabla 2.15. PTAP - Caudales y proceso de potabilización.

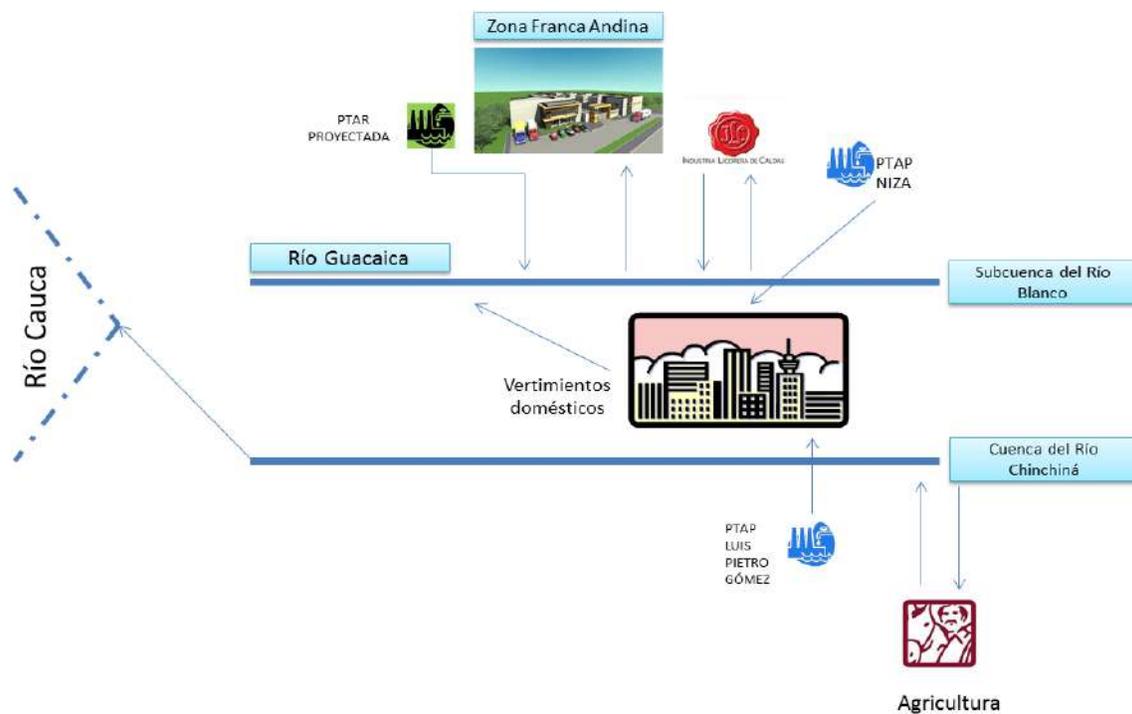
Año	Nombre de la empresa	Nombre de la planta	Caudal medio entrada (l/s)	Caudal medio salida (l/s)	Operación promedio (Horas/día)	Capacidad utilizada (l/s)	Caudal de diseño (l/s)	Tipo de proceso
2008	AGUAS DE MANIZALES S.A E.S.P	NIZA	244	238	18	244	600	Floculación Sedimentación Desinfección Desarenación Aplicación de Químicos Filtración
2008	AGUAS DE MANIZALES S.A E.S.P	LUIS PRIETO 1	428.64	336.71	24	428.64	666	pH (Estabilización del pH) Aplicación de Químicos Sedimentación Desinfección Floculación Desarenación Filtración

Año	Nombre de la empresa	Nombre de la planta	Caudal medio entrada (l/s)	Caudal medio salida (l/s)	Operación promedio (Horas/día)	Capacidad utilizada (l/s)	Caudal de diseño (l/s)	Tipo de proceso
2008	AGUAS DE MANIZALES S.A E.S.P	LUIS PRIETO 2	331.36	260.29	24	331.36	800	Desinfección Sedimentación Desarenación pH (Estabilización del pH) Aplicación de Químicos Floculación Filtración

Fuente: (S.U.I., 2008)

Emergencia por escasez de agua

Ilustración 2.22. Esquema de los procesos que impactan la ciudad de Manizales.



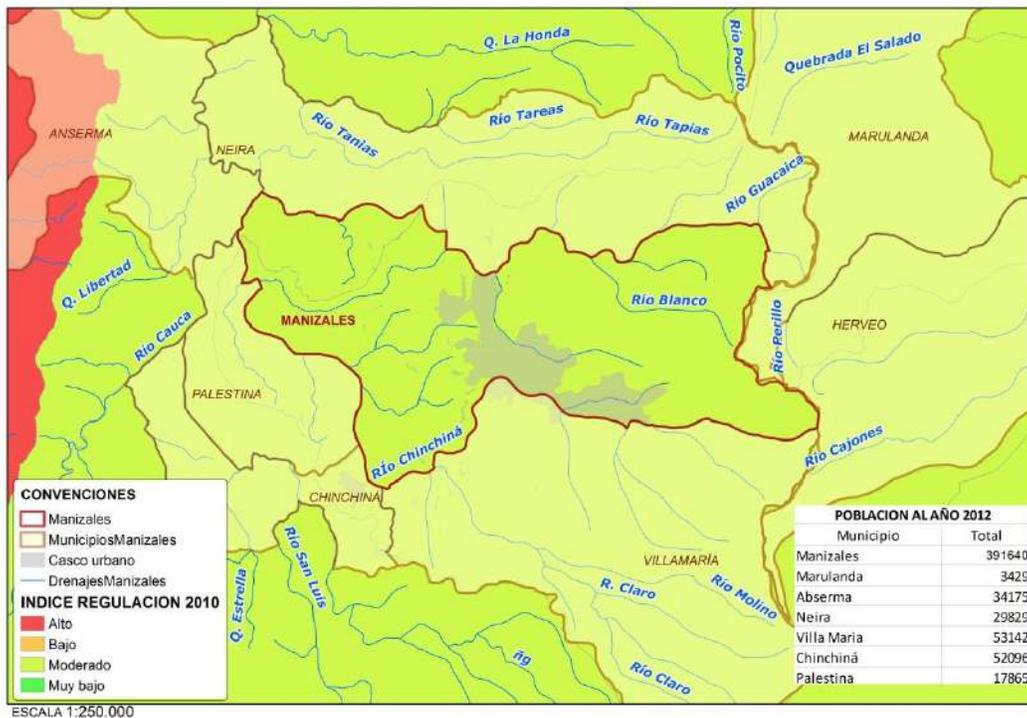
Fuente: UT Macrocuencas.

La ciudad de Manizales ha sufrido de forma importante los periodos reciente de incremento en las lluvias. Las condiciones climáticas han sido uno de los factores determinantes en la escasez de agua para la ciudad, evidenciando la necesidad de hacer una reforma en la infraestructura y en la formulación de planes de contención para la ciudad. Trece departamentos están en situación de vulnerabilidad con sus acueductos por causa del invierno, según un estudio del Ministerio de Vivienda. Adicionalmente para efectos de claridad, en el proceso de entender el caso de escasez en

la ciudad de Manizales se revisó con base al Estudio Nacional del Agua - ENA 2010, el índice de Oferta Hídrica y el de Regulación Hídrica, y la población de la región para 2012, referenciados en las siguientes ilustraciones.

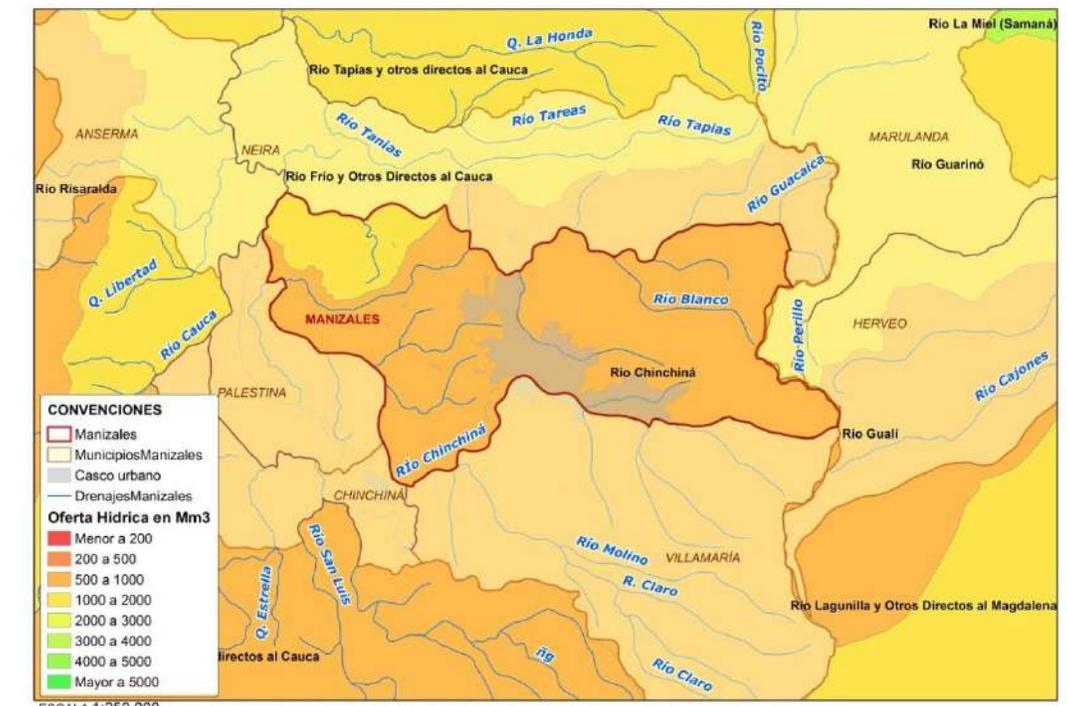
Es así como el municipio de Manizales, que cuenta con una población rural y urbana de 391.640 habitantes y con un índice de regulación de caudales moderado, se caracteriza, según el ENA 2010, por contar con una cuenca con capacidad media para mantener su régimen de caudales. En cuanto a la oferta hídrica disponible, las imágenes que se presentan a continuación muestran cómo el municipio de Manizales está en el rango de 500 a 100, evidenciando la ausencia de grandes fuentes hídricas (rango mayor a 5000), en la medida en que sólo se registra la presencia del río La Miel a la altura del municipio de Samaná.

Ilustración 2.23. Población e Índice de Regulación.



Fuente: UT Macrocuencas. Con información de (IDEAM, 2010)

Ilustración 2.24. Oferta Hídrica en Millones de m3.



Fuente: UT Macrocuencas. Con información de (IDEAM, 2010)

Si bien la ciudad de Manizales está rodeada por numerosos afluentes de agua provenientes del Nevado del Ruiz, la cuenca del río Chinchiná y la subcuenca del río Blanco, en esta ciudad se presentan problemas temporales de escasez.

Durante el foro, realizado en el año 2011, sobre el futuro del agua en Manizales se propusieron una serie de alternativas para tratar la situación del líquido en la ciudad, las cuales se citan a continuación (CORPOCALDAS, 2011) :

- **Ampliación** de la operatividad de la planta Niza que podría pasar a procesar mil litros de agua por segundo, con la captación en el río Guacaica.

- **Utilizar como fuente** alterna el antiguo bombeo "El popal" en el barrio La Sultana para lo cual la Alcaldía presentó un anteproyecto a la Dirección Nacional de Gestión del Riesgo.

- **Aumentar** la capacidad de captura de las quebradas Romerales y California y llevarla a Niza para tratar el agua. En esto trabaja la firma Juan Bernardo Botero.

- **Realizar cambios** en los Planes de Ordenamiento Territorial que lleven a controlar las actividades agropecuarias que ocasionan fenómenos de erosión, lo mismo que impulsar una política de reforestación que amplíe las vidas útiles de tales fuentes.

2.12.1.5.3 Vertimientos y tratamiento de aguas residuales

En cuanto al tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Manizales, se ha proyectado la construcción de una PTAR que estaría ubicada en la Zona Franca Andina. Uno de los vertimientos de agua es en la cuenca del río Guacaica, ubicada entre los municipios de Neira y Manizales.

Existe un descontento general de la ciudadanía de Manizales por la falta de un manejo adecuado de las aguas residuales que están contaminando la quebrada La Arboleda. CORPOCALDAS ha solicitado que se tomen medidas en cuanto al manejo de las aguas residuales.

2.12.1.5.4 Proyectos

- **PROCUENCA:**

Es un Proyecto Forestal de Cooperación Multilateral entre el gobierno municipal y FAO para la cuenca del río Chinchiná (departamento de Caldas). Tiene como objetivo la generación de un proceso de desarrollo forestal, ambiental, económico y socialmente sostenible. Se espera que el proyecto conduzca al incremento en el área forestal en toda la cuenca del río Chinchiná, con varios modelos que incluyen: agro-silvicultura, sistemas silvo-pastoriles y regeneración natural asistida, entre otros. En una primera fase, abarcaría un área de 4.538,7 hectáreas. (López, 2012, pág. 39)

- **Proyectos Agua de Manizales:**

Preparación de la propuesta, coordinación de la negociación para Aguas de Manizales S.A. E.S.P. y puesta en marcha de la Gerencia Técnica e Interventoría del Plan de Agua Potable y Alcantarillado del Departamento del Cesar. Valor del convenio firmado US\$ 5.2 Millones. Valor de la inversión total del Plan: US\$ 100.7 millones.

Preparación de la propuesta, coordinación de la negociación para Aguas de Manizales S.A. E.S.P. y puesta en marcha de la Gerencia Técnica e Interventoría del Plan de Agua Potable y Alcantarillado

del Departamento del Magdalena. Valor del contrato firmado: US\$ 10.8 millones. Valor de la inversión total del Plan: US\$ 126 millones.

Preparación de la propuesta, coordinación de la negociación para Aguas de Manizales S.A. E.S.P. y puesta en marcha de la Gerencia Técnica del Plan de Agua Potable y Alcantarillado del Departamento de Caldas. Valor del contrato firmado: US\$ 3.9 millones. Valor de la inversión total del Plan: US\$ 70 millones.

2.12.2 AGRICULTURA

2.12.2.1 DISTRITOS DE RIEGO EN EL ALTO MAGDALENA

La cuenca alta del Magdalena cuenta con algunos de los principales distritos de riego de Colombia, y es también escenario de dos de los grandes proyectos estratégicos de adecuación de tierras que desarrolla actualmente el Gobierno Nacional a través del INCODER (Triangulo del Tolima y Tesalia-Paicol). La siguiente tabla resume los principales distritos de mediana y gran escala en la zona.

Tabla 2.16. Distritos de riego de mediana y gran escala en el Alto Magdalena.

Nombre	Depto.	Usuarios	Caudal (m ³ /s)	Fuente	Corporación	Cultivos	Área (ha)
Coello y Cucuana	TOLIMA	1,447	25	RÍO COELLO	CORTOLIMA	ARROZ, ALGODÓN, SORGO	26,870
Río Saldaña	TOLIMA	1,322	24.9	RÍO SALDAÑA	CORTOLIMA	ARROZ, ALGODÓN, SORGO	16,652
Río Recio	TOLIMA	381	11	RÍO RECIO	CORTOLIMA	ARROZ, ALGODÓN, SORGO	9,393
El Juncal	HUILA	229	0.964	RÍO MAGDALENA	CAM	PASTOS, RASTROJO, SOYA	3,851
Río Prado	TOLIMA	256	3.7	RÍO PRADO	CORTOLIMA	ARROZ	2,445
San Alfonso	HUILA	246	2.3	RÍO CABRERA	CAM	ARROZ	1,383
San Alfonso	HUILA	246	2.3	RÍO CABRERA	CAM	ARROZ	1,383
El Porvenir	HUILA	64	0.4	RÍO VILLAVIEJA Y RIO MAGDALENA	CAM	ARROZ	500

Fuente: SIGOT

Los distritos de riego de mediana y gran escala en la cuenca alta del Magdalena son usados principalmente para el cultivo de arroz. Como se mencionó en el capítulo 2, la eficiencia de irrigación es bastante baja (cerca al 39%), ya que el tipo de riego que se utiliza es por gravedad. Para poner en perspectiva el consumo de estos distritos de riego, la ciudad de Bogotá consume aproximadamente 16 m³/s. El uso ineficiente del agua por estos distritos de riego, sumado a la falta de capacidad para control y monitoreo de las concesiones existentes y las captaciones ilegales por

parte de las autoridades ambientales, han conducido en algunas regiones de la cuenca a conflictos entre el uso agrícola y otros usos del recurso hídrico.

Tal es el caso de la cuenca del Río Coello, en donde se ubica el distrito de riego más extenso y con mayor captación de agua. La Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA) declaró agotado el recurso hídrico superficial que circula por el área de influencia de la cuenca del Río Coello (Resolución 1765 del 20 de abril de 2011). La corporación estudio el comportamiento de los caudales del río Coello durante 20 años (1988-2007), y concluyó que el “caudal de reparto [...] es de 15.9 m³/s, valor muy inferior a la demanda calculada en el POMCA para el río Coello, la cual es de 23.84 m³/s”, concluyendo que “acorde al análisis anteriormente realizado, se concluye que no existe disponibilidad hídrica en la cuenca del río Coello, para nuevas solicitudes de concesión de aguas”. La cuenca del río Coello es la fuente principal de abastecimiento del acueducto de Ibagué, y en ella existen también importantes intereses mineros (el proyecto de La Colosa), que a la luz de esta decisión entran en conflicto con los otros usos del recurso hídrico.

2.12.3 HIDROENERGIA

2.12.3.1 POTENCIAL HIDROENERGETICO DEL ALTO MAGDALENA

Por sus condiciones topográficas y climáticas la cuenca alta del Magdalena tiene un potencial importante para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos sobre el río Magdalena y algunos de sus afluentes más importantes. En la actualidad este potencial se aprovecha solo en una pequeña parte, a través de las represas hidroeléctricas de Betania y Prado, y el sistema de generación de la Sabana de Bogotá, el cual consta con embalses reguladores de caudal que alimentan plantas de generación a filo de agua.

Tabla 2.17. Embalses de generación hidroeléctrica en la cuenca alta del Magdalena.

Embalse	Río	Capacidad de Generación
Betania	Magdalena	540 MW
Prado	Negro y Cunday	60 MW
Agregado Bogotá (Sisga-Neusa-Tominé)	Bogotá, Blanco	600 MW
Muña	Bogotá, Muña	
Chuza	Chuza	

Fuente: XM-ISA

La hidroeléctrica de Prado inició operaciones en 1973 y tiene una capacidad de generación de 60 MW. Está ubicada a 4 kilómetros de la cabecera municipal de Prado, municipio localizado en la región centro oriente del departamento del Tolima, y distante 200 kilómetros de Bogotá D.C. por vía totalmente pavimentada. Prado cuenta con un embalse de 42 kilómetros cuadrados, el cual se surte con las aguas de los ríos Negro y Cunday y algunas quebradas que tienen su nacimiento en los

cerros que limitan el embalse. Además de la generación de energía, Prado surte el distrito de riego ASOPRADO.

La hidroeléctrica de Betania está localizada a 40 km de la ciudad de Neiva, en la desembocadura del río Yaguará sobre el río Magdalena. Esta represa tiene una capacidad de generación de 540 MW (aproximadamente 4% de la capacidad instalada del país). Construida en 1987, cubre 70 km² y su volumen total de almacenamiento es de 1,971 millones de m³. Betania funciona como un embalse multipropósito cuya función primaria es la generación eléctrica, siendo funciones secundarias la regulación del caudal del Río Magdalena, el riego de tierras, la piscicultura y el turismo.

La construcción de nuevos proyectos hidroeléctricos en el alto Magdalena es una de las iniciativas de desarrollo para la región que están siendo consideradas por el Gobierno Nacional, los gobiernos departamentales y el sector privado. La Ilustración 2.25 ubica en el mapa los diferentes proyectos que se han considerado desde 1978 hasta el presente. Entre las ventajas competitivas que puede tener el desarrollo hidroeléctrico de la región del Alto Magdalena están (DNP 2009):

- El bajo costo comparativo del kilovatio.
- La posibilidad de encadenamiento de los proyectos.
- La regulación de los caudales del Río Magdalena.
- La presencia durante todo el año de hidrologías apropiadas para la generación, en contraste con la mayoría de las regiones del país.
- La interconexión con el Ecuador ampliada con la línea Betania-Altamira-Mocoa-Pasto-Pomasqui-Santa Rosa, que se encuentra en operación desde Diciembre de 2006.

El departamento del Huila particularmente identifica el desarrollo de su potencial hidroeléctrico como uno de las “Apuestas Productivas” en su Agenda Interna (DNP 2009). Estudios del potencial de generación hidro-eléctrica en el Huila indican que existe un potencial de 2,486 MW sobre el río Magdalena, y de 1,487 MW en la cuenca del Río Páez, sin incluir la capacidad de generación a través de micro-centrales (DNP, 2009).

De acuerdo a los estudios realizados por Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL) en 1983, después de El Quimbo, que ya se encuentra en construcción, los proyectos que cuentan con las mejores características técnicas corresponden a Pericongo y Guarapas, con capacidad cercana a 1,215 MW entre los dos.

Ilustración 2.25. Proyectos hidroeléctricos propuestos en el Alto Magdalena.

de Colombia con el Ecuador. De realizarse, estos proyectos completarían una cadena de embalses sobre el Magdalena de norte a sur: Guarapas, Pericongo, El Quimbo, Betania.

2.12.3.2 POTENCIAL HIDROENERGETICO DEL MEDIO CAUCA

La cuenca media del río Cauca presenta un gran potencial hidroeléctrico, por tratarse de una región lluviosa y con relieve escarpado por donde transcurren ríos de gran caudal (principalmente el Cauca, Porce y Nechí). Este potencial ha sido reconocido desde hace varias décadas, y se han formulado varios proyectos hidroeléctricos a lo largo de los años. La Tabla 2.18 muestra algunos de ellos, en particular aquellos sobre el río Cauca y cuya licencia ambiental está siendo evaluada por la ANLA.

Tabla 2.18. Proyectos hidroeléctricos sobre el río Cauca en su cuenca media, con licencia ambiental en evaluación.

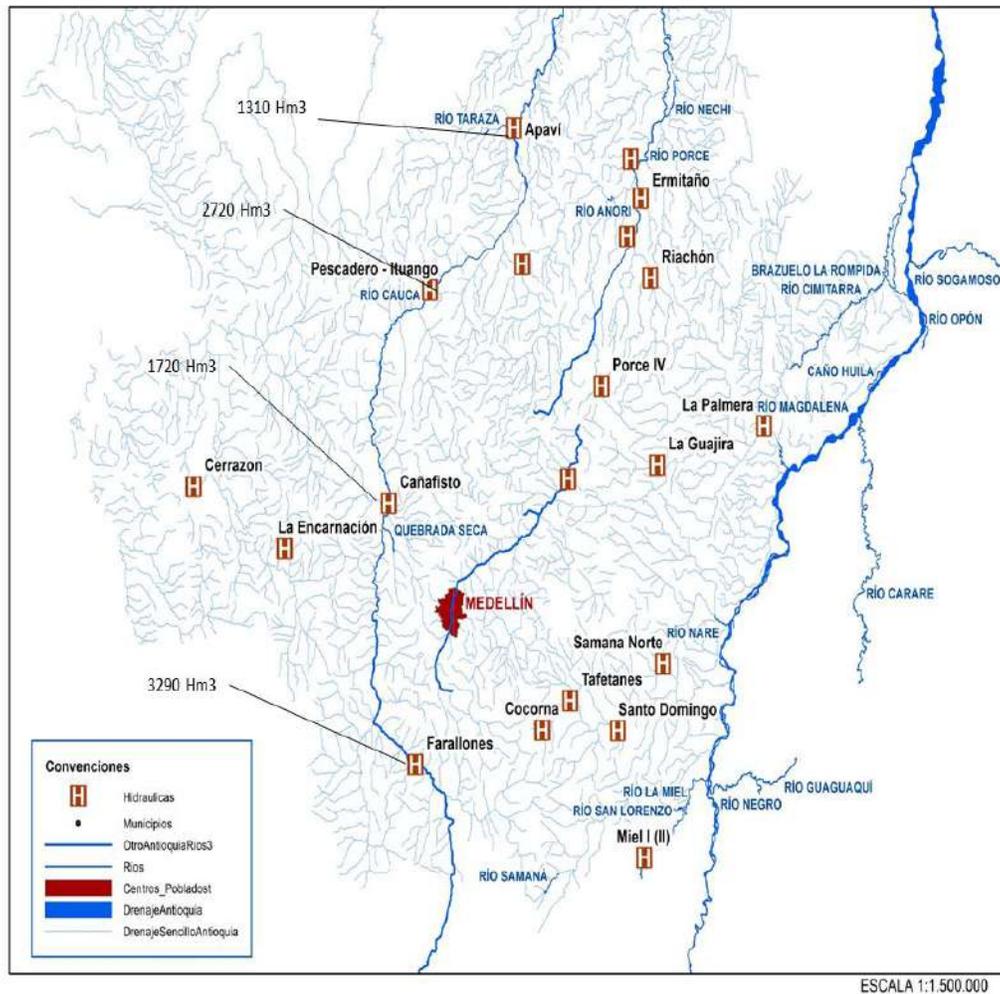
Proyectos sobre el río Cauca (en evaluación)	Capacidad Instalada MW
Proyecto Hidroeléctrico Espíritu Santo	750
Central Hidroeléctrica El Doce	360
Proyecto Hidroeléctrico Cañafisto	2212
Proyecto Hidroeléctrico Potosí	485
Hidroeléctrica Nuro	363
Proyecto de generación hidroeléctrica Aedi	765
Apavi	1920
Farallones	2120

Fuente: ANLA

Además de estos proyectos sobre el río Cauca, también hay un gran potencial en la cuenca del río Nechí y sus tributarios. La Ilustración 2.26 muestra algunos de los proyectos más importantes en consideración en la zona. Desde el punto de vista de la planificación estratégica de la Macrocuena Magdalena-Cauca, es indispensable analizar la cuenca media del Cauca, no sólo en términos de su gran potencial hidroeléctrico, sino también de su capacidad para regular las crecientes del Cauca y mitigar o eliminar la problemática de inundaciones en la cuenca baja (eco-región de la Mojana).

Considerando tan sólo 4 de los proyectos hidroeléctricos proyectados sobre el río Cauca, Apavi, Ituango, Cañafisto y Farallones tendrían en conjunto un volumen de almacenamiento de 9,040 Hm³ (IntegralS.A, 2010). En comparación, el embalse de Salvajina en la cuenca alta tiene un volumen útil de almacenamiento de 695 Hm³, y el volumen de regulación puede llegar a ser hasta del 50-55% de esta capacidad. Este importante potencial de almacenamiento plantea la posibilidad de considerar un rol para los embalses de la cuenca media en la regulación de inundaciones del río Cauca en su cuenca baja.

Ilustración 2.26. Proyectos hidroeléctricos en el oriente Antioqueño.



Fuente: UT Macrocuencas.

2.12.4 INUNDACIONES

2.12.4.1 INUNDACIONES EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL CANAL DEL DIQUE

Las inundaciones en la cuenca baja del Río Magdalena fueron de mayor gravedad en la zona asociada al Canal del Dique. El Canal del Dique, está ubicado en la parte occidental del delta del río Magdalena en su desembocadura al mar Caribe. El área de su cuenca es de 4,400 km² y está delimitada al norte y al occidente por el mar Caribe y al oriente por el río Magdalena. En la región hay 18 municipios con una población cercana a 400 mil habitantes que derivan su sustento de la agricultura, la ganadería y la pesca, y que nutren sus sistemas de acueducto con agua del Canal y del sistema cenagoso asociado (Roa, Duarte y Cortez, 2007). La ilustración x presenta el contexto geográfico general de la zona.

Además de los usos mencionados del agua del Canal, este tiene gran importancia para el transporte de carga, moviendo cerca del 85% de la carga que se maneja por el río Magdalena. El tipo de carga

que se moviliza a través del Canal es principalmente carbón e hidrocarburos (Roa, Duarte y Cortez, 2007: 116-128).

Desde 1605 hasta finales del siglo XX se han desarrollado varias obras de rectificación y dragado del canal para favorecer la navegación, aumentando su caudal, velocidad y transporte de sedimentos. La última intervención (realizada entre 1984 y 1985) dejó un canal de 115 km de longitud, con ancho aproximado de 80 a 90 m, profundidades variables entre 3 y 10 m, y un caudal medio de 540 m³/s, significativamente mayor al que tenía anteriormente, del orden de 350 m³/s (Suarez, 2012)⁴⁶.

Estas obras hidráulicas han aumentado el caudal de extracción del río Magdalena, así como volumen de sedimentos transportados que se depositan en el propio Canal y en sus zonas de descarga hídrica (ciénagas y zona litoral) (Ordoñez, Cubillos y Medina, 2008)⁴⁷. En paralelo a estas intervenciones para favorecer la navegación, el territorio adyacente al Canal del Dique se adecuó para la agricultura y la ganadería con la construcción del distrito de riego y drenaje de Santa Lucía. (IDEAM, 1997: 36) Esto a su vez favoreció el surgimiento de asentamientos en áreas que antes eran de inundación.

En el invierno del 2010 se rompieron los diques de contención en varios sectores del Canal del Dique, afectando a los pobladores y zonas cultivables en su área de su influencia, y provocando desbordamientos en las ciénagas de El Totumo y El Guájaro. Con la ruptura del dique carretable del Canal del Dique (un boquete de unos 238 metros de longitud en la vía Calamar (Bolívar) a Santa Lucía (Atlántico)), y el posterior colapso de las compuertas del Distrito de Riego de El Guájaro, se inundaron a las poblaciones de Manatí, Candelaria, Campo de la Cruz, Santa Lucía, Bohórquez, Algodonal, Carreto, Luruaco, Repelón, Rotinet, La Peña, Aguada de Pablo y Suan. Estas inundaciones generaron inmensas pérdidas económicas y una grave emergencia social y sanitaria en la región. La Tabla 2.19 muestra algunos de los principales impactos sobre los sistemas de acueducto de las poblaciones afectadas.

Tabla 2.19. Principales impactos de la ola invernal 2010-2011 sobre sistemas de acueducto en la zona del Canal del Dique.

Impacto	Municipio	Costo (millones de pesos)
---------	-----------	---------------------------

⁴⁶ Suarez, L. (2012). Gestión del riesgo de inundaciones en Colombia. Revista Letras Verdes N.º 12, septiembre 2012, pp. 24-40

⁴⁷ Ordóñez, Jaime; Carlos Cubillos y Enif Medina (2008). Alternativas para el control sedimentológico del canal del Dique y sus efectos sobre el balance ecológico de la región. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Las crecientes presentadas y la inesperada entrada de caudal al embalse del Guájaro, por la rotura del Canal del Dique, dejaron el sistema de captación y la estación de bombeo con equipos y caseta bajo el agua por varios días.	Repelón	5,270
Derrumbes afectaron tuberías de conducción del acueducto regional costero. Los continuos deslizamientos dejaron la tubería descubierta y sin soporte en el tramo Barranquilla-Piojó. La estructura del tanque de almacenamiento de 1.500 m³ y la estación de rebombeo Guaimaral, que benefician al casco urbano del municipio de Manatí, resultaron afectadas.	Manatí	4,699
La inundación que cubrió la totalidad del municipio Campo de la Cruz, afectó la barcaza de captación en el río Magdalena, la planta de tratamiento de agua potable convencional, el sistema de bombeo de agua cruda y el de agua tratada, las redes de distribución, y la estación de rebombeo en Bohórquez.	Campo Cruz	9,100
El municipio de Santa Lucía se inundó en su totalidad. La planta de tratamiento de agua potable se inundó completamente, afectando la subestación eléctrica, el sistema de lavado de filtros y el tanque de almacenamiento. El sistema de captación fue ladeado por el material de arrastre en el Canal del Dique, impidiendo por completo su operación.	Santa Lucía	3,900

Fuente: BID-CEPAL (2012)

Estos impactos se produjeron en zonas que a su vez presentan indicadores de pobreza altos. Según el indicador de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), la subregión Canal del Dique tiene un 57,4% de su población en estado de pobreza en la zona urbana y el 47,8% en la zona rural, de acuerdo con resultados de las encuestas realizadas en 2003 y 2004 (Aguilera-Díaz, 2004)⁴⁸.

Se aprecia entonces que en la zona del Canal del Dique se ha venido transformando un sistema cenagoso, cuya dinámica natural incluía las inundaciones periódicas, por un sistema controlado a través de obras de infraestructura y enfocado a la producción agropecuaria y la navegación. Esta transformación conllevó una sustitución del capital natural de regulación (ej. el área de inundación, los cauces naturales de los caños y ciénagas que en otro tiempo controlaban las crecientes en época de invierno) por capital construido (ej. diques, canales de drenaje, etc.). La ola invernal del 2010-2011 dejó en evidencia que el capital construido fue insuficiente y no correspondía al verdadero nivel de riesgo de pérdidas por inundaciones.

⁴⁸ Aguilera-Díaz María (2004). "La Mojana: Riqueza natural y potencial económico". Documentos de Trabajo sobre Economía Regional No. 48.

2.12.4.2 INUNDACIONES EN EL VALLE DEL CAUCA

En el caso del Alto Cauca, el capital natural para regular inundaciones está en gran medida agotado⁴⁹. Aunque es muy importante invertir en recuperar el capital natural de regulación de la cuenca alta (no solo por las inundaciones sino también por la biodiversidad), ésta es una opción de largo plazo que está necesariamente limitada por la realidad de desarrollo territorial de la zona. Existe una necesidad urgente de proteger de las inundaciones a la población y la infraestructura de la cuenca alta (siendo el ejemplo más dramático el Jarillón de Aguablanca, ver Tabla 2.20). Por las razones mencionadas, la estrategia apropiada para la zona debe concentrarse en el desarrollo de capital construido y social para enfrentar las inundaciones.

Esta lectura ya se había hecho en 1985, con el planteamiento del “Proyecto de Regulación del Río Cauca”, en el cual se propuso el desarrollo de un gran embalse regulador (Salvajina) y una serie de obras complementarias de protección para los territorios aguas abajo del embalse (CVC, 1985). Estas obras consistían en anillos de adecuación de tierras (diques en el río Cauca, diques en los ríos tributarios, canales de intercepción y de drenaje, así como sistemas de bombeo). El proyecto se ejecutó parcialmente, en la medida en que se construyó el embalse más no las obras complementarias de protección. Por falta de estas últimas se tuvieron grandes pérdidas económicas durante la ola invernal del 2010-2011. Según ASOCAÑA, en el primer semestre inundaron 13.790 hectáreas sembradas con caña de azúcar, de las cuales 4.182 se perdieron. Posteriormente, la ola invernal del segundo semestre del año dejó como consecuencia 10.606 hectáreas inundadas, de las cuales 3.715 se perdieron. A raíz de estos eventos, la Gobernación del Valle del Cauca y la CVC presentaron ante el Fondo de Adaptación catorce proyectos de construcción de catorce anillos de protección, que hacen parte de las obras complementarias de la construcción del embalse de Salvajina, por un valor estimado de trescientos diez y nueve mil millones de pesos (Asocaña, 2011-2012.). Según el director de la CVC, los estragos de la ola invernal 2010-2011 en la cuenca alta del río Cauca hubieran sido mucho más graves sin el embalse de Salvajina (EIDENAR, 2010) . Al mismo tiempo, se hizo evidente que Salvajina por sí solo no tiene la suficiente capacidad de regulación de los caudales extremos del río Cauca, por lo que la Gobernación del Valle del Cauca presentó ante el Fondo Nacional de Adaptación cuatro proyectos para construir embalses reguladores en tributarios del río Cauca.(Tabla 2.21).

Tabla 2.20. Estimación del % de inundación y el número de damnificados en Cali en el evento de que se rompa el Jarillón del Río Cauca.

⁴⁹ La Laguna el Sonso es el último relicto de humedal natural que queda en el valle del río Cauca en su cuenca alta, y por su extensión actual ofrece una capacidad de amortiguación de crecientes limitada.

Comunas	Estimación % inundado	Estimación de damnificados
6	100	230,000
7	50	49,000
13	80	150,000
14	100	173,000
15	30	42,000
16	30	34,000
21	100	113,000
C. Navarro	100	-
TOTAL		791,000

Fuente: Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo. Masivo Integral de Occidente, MIO. 2006.

Tabla 2.21. Proyectos de embalses reguladores presentados por la gobernación del Valle del Cauca al Fondo Nacional de Adaptación.

Embalse	Capacidad (Hm3)	Funciones
Quebrada Los Micos	135	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar inundaciones • Establecer una reserva de agua para abastecimientos de agua potable para las ciudades de Cartago, Obando, La Victoria, Zarzal y otras comunidades menores.
Quebrada La Leona	50	<ul style="list-style-type: none"> • Regular y almacenar agua para atender las demandas de abastecimiento de Pradera y Palmira. • Demandas de agua para uso industrial e irrigación de cultivos
Rio Jamundí	30.26	<ul style="list-style-type: none"> • Control de inundaciones • Abastecimiento de agua potable para Jamundí y parte de Cali
Rio Timba	222.6	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir inundaciones • Proveer agua para el acueducto regional de Cali, Jamundí y otras poblaciones. • Sustituir la fuente actual por la mala calidad del agua.

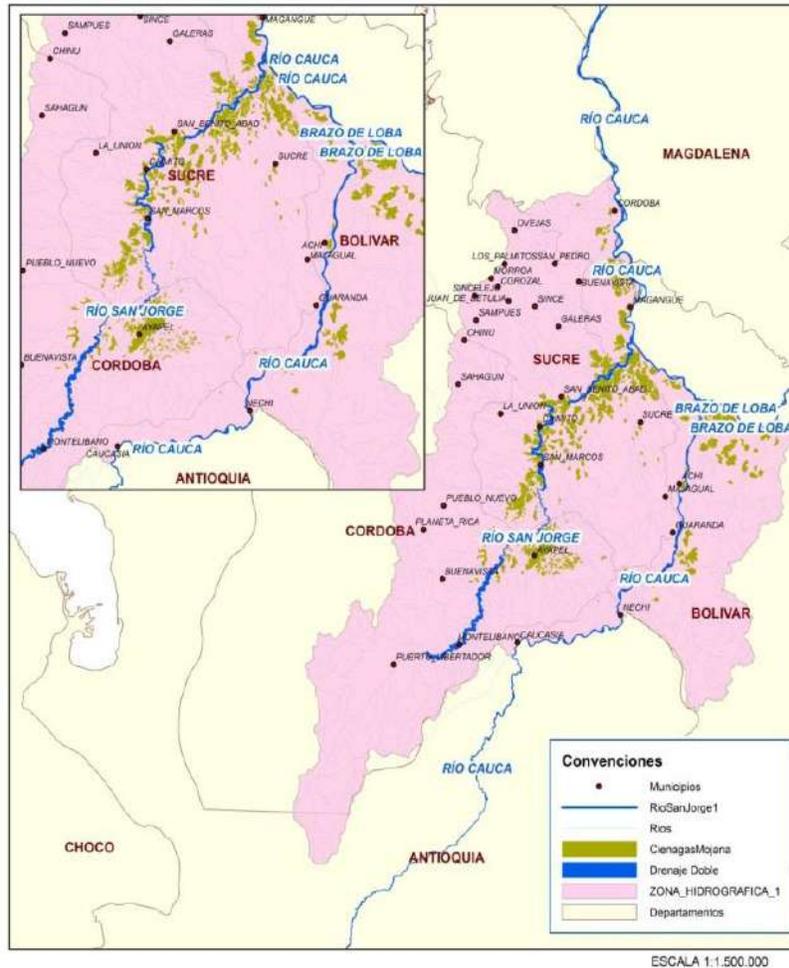
Aunque estos proyectos obedecen principalmente a una lógica local de enfrentar problemas de inundaciones y abastecimiento de agua para la cuenca alta del Cauca, particularmente el Valle del Cauca, es importante considerar también sus posibles implicaciones en el contexto de la Macrocuenca. Sumados, estos embalses tendrían el potencial de añadir 437.6 millones de m³ de almacenamiento de regulación al río Cauca, complementando la capacidad del embalse de Salvajina. Esta regulación en la parte alta, sumada a la regulación potencial en la parte media de la cuenca, podría tener un impacto significativo sobre la problemática de inundaciones en el bajo Cauca y La Mojana.

2.12.4.3 INUNDACIONES EN EL BAJO CAUCA

El caso de La Mojana es en algunos sentidos el extremo opuesto del caso del alto Cauca, ya que priman los capitales naturales sobre los construidos y sociales. La Mojana es un ecosistema estratégico para Colombia (ver Ilustración 2.27. Localización de la eco-región de La Mojana.)

para contexto geográfico general), que presta valiosos servicios ambientales para toda la cuenca. Uno de los más importantes puede ser el control de inundaciones. Aunque el país aún no tiene los estudios y modelos hidrológicos necesarios para documentarlo debidamente, es razonable suponer que el almacenamiento de agua en La Mojana mitiga los riesgos de inundaciones aguas abajo. Una estimación gruesa de la capacidad de almacenamiento de La Mojana puede servir para poner este servicio en perspectiva.

Ilustración 2.27. Localización de la eco-región de La Mojana.



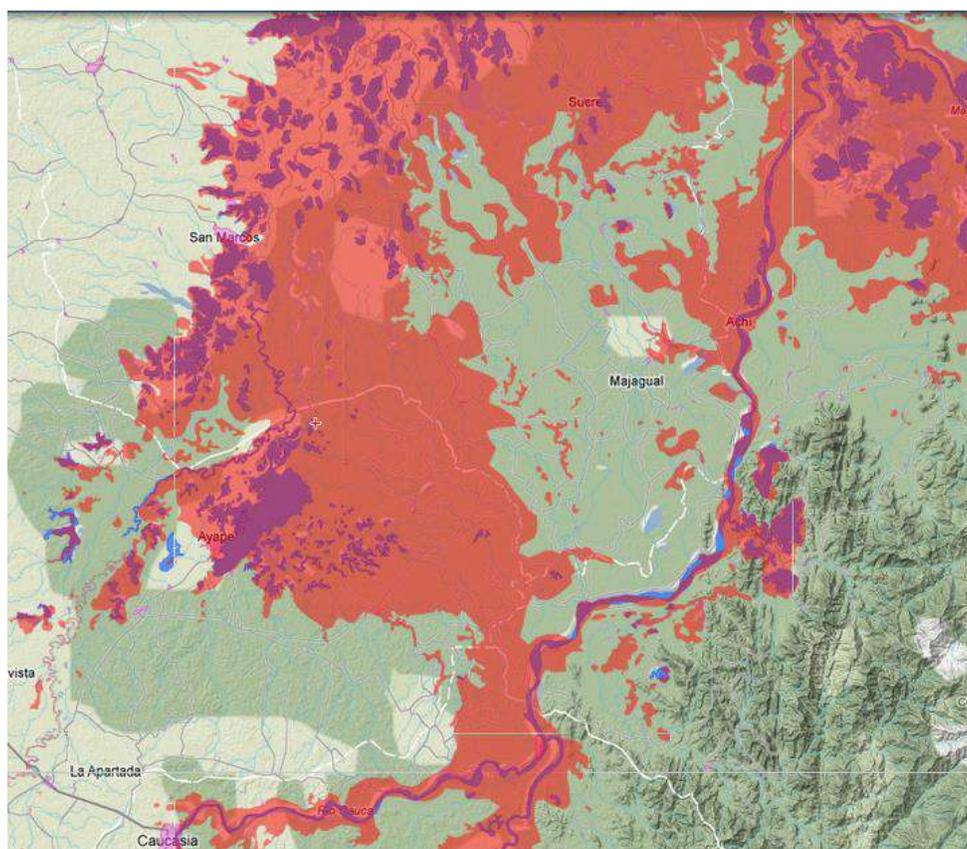
Fuente: UT Macrocuenas.

En la ola invernal 2010-2011, de los 10.892 km² que cubre el “núcleo de la Mojana”⁵⁰, se presentó un área inundada de 2034.22 km² (Ilustración 2.28). Durante este mismo periodo, la cota de

⁵⁰ El núcleo de La Mojana corresponde al área donde están localizados “los ecosistemas geoestratégicos, principalmente en las áreas inundables y zonas de humedales”, mientras que el resto de la eco-región corresponde “al área inmediata de

inundación del río Cauca, medida en la estación de La Coquera en Caucasia, se superó en valores de hasta 1.5m^{51} . El volumen de inundación puede aproximarse como el área inundada multiplicada por el nivel que excede la cota de desbordamiento, que en este caso da un volumen aproximado de 3,051 millones de m^3 . Esta aproximación nos da una idea del nivel de almacenamiento que puede tener el núcleo de La Mojana durante caudales con periodos de retorno como los observados en el 2010-2011, que son de 200-300 años (Ilustración 2.28. Áreas de La Mojana inundadas durante la ola invernal 2010-2011.)

Ilustración 2.28. Áreas de La Mojana inundadas durante la ola invernal 2010-2011.



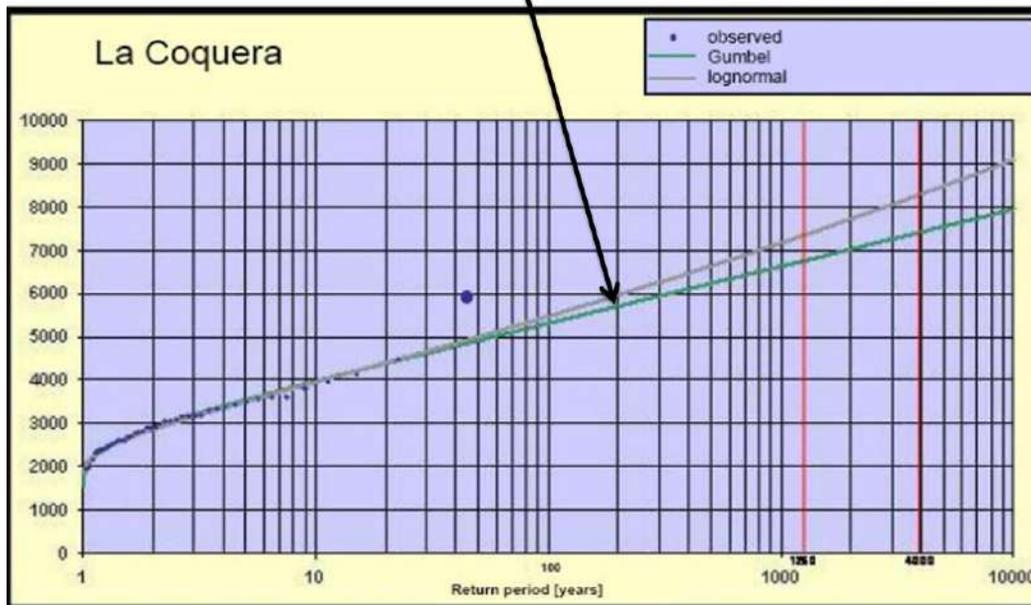
Fuente: (IDEAM, 2010)

los ecosistemas estratégicos regionales, donde se ubican la mayoría de los asentamientos poblacionales y que están en zonas emergidas, sujetas en menor medida al riesgo de inundaciones”.

⁵¹ Según datos de la oficina del Servicio de Pronóstico y Alertas del IDEAM.

Ilustración 2.29. Estimaciones de periodo de retorno para caudales [m³/s] en el río Cauca, incluyendo el año 2010.

Caudal 2010: 5958 m³/s, periodo de retorno de 200-300 años.



Fuente: Flood risk management for La Mojana, Deltares.

Esta estimación sirve para poner en perspectiva dos escenarios distintos. Por un lado, da una idea gruesa del almacenamiento de regulación que se requeriría en los embalses de la cuenca media del río Cauca para regular las inundaciones del núcleo de la Mojana, si la decisión fuera desarrollarlo como zona de agropecuaria. Hay por lo menos 8 proyectos de embalses hidroeléctricos en evaluación de licencia ambiental en la cuenca media del río Cauca. Dar un carácter multipropósito a estos embalses podría generar el almacenamiento de regulación necesario para controlar las inundaciones en el núcleo de la Mojana, posiblemente en conjunto con obras complementarias de protección (diques, etc.).

Por otro lado, si la decisión del país fuera dejar intactos los ecosistemas estratégicos del núcleo de La Mojana, para preservar su función reguladora y el valor de su biodiversidad, estos ecosistemas darían un *buffer* de regulación de caudales de aproximadamente 3000 millones de m³ para el control de inundaciones en la cuenca baja del río Magdalena, en donde hay muchos más asentamientos humanos y sistemas productivos que proteger de las inundaciones. Estos escenarios ponen de manifiesto la importancia de una visión regional e integral de toda la Macrocuenca al momento de planificar su desarrollo.

Desde la región, el discurso dominante acerca del desarrollo de La Mojana es que esta representa una frontera agropecuaria por desarrollar, "la despensa agrícola y pecuaria de Colombia". Esto se ha venido evidenciando desde hace al menos dos décadas en iniciativas y declaraciones de alcaldes, gobernadores, promotores sociales y empresariales de la zona, sin mucho éxito o eco en el Gobierno Nacional. Por ejemplo, en 1999 la Fundación para el Desarrollo Social y Futuro de la Mojana convocó a representantes de los gobiernos municipales, departamentales, nacionales y extranjeros para

promover un megaproyecto de adecuación de tierras que buscaba ejecutar obras de canalización de los ríos San Jorge y Cauca, con el objeto de recuperar “350.000 hectáreas de terrenos cultivables hoy afectados por el desbordamiento de los ríos San Jorge y Cauca.” Según El Tiempo, en la época “la Cámara de Representantes entregó un total respaldo” a este proyecto⁵².

Más recientemente, se le ha dado importancia y reconocimiento al rol regulador de inundaciones de los ecosistemas de La Mojana, a su gran biodiversidad, así como a las limitaciones que presenta para su desarrollo agropecuario. Es así como en el 2003 el DNP, con apoyo de la FAO, formuló el “Plan de Desarrollo Sostenible de La Mojana”, cuya justificación central fue “...la necesidad de mejorar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, en particular el complejo de humedales, que cumple una función fundamental en la regulación de los caudales de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge. Adicionalmente la región presenta un potencial productivo que podría aprovecharse mediante el manejo sostenible de los recursos en la ganadería, la agricultura y la explotación pesquera y forestal.”

Con los eventos de la ola invernal 2010-2011, el énfasis se acentuó aún más en las inundaciones y el rol regulador de los ecosistemas de La Mojana, aunque sin abandonar del todo los objetivos de transformación agropecuaria en la zona. Esto es claro en los estudios más recientes, realizados en el marco del convenio UNAL-DNP (Convenio 336, UN-DNP NO., 2011), en donde el aspecto que recibe mayor atención es el funcionamiento hidráulico de La Mojana, así como en la reciente vinculación de la cooperación holandesa para analizar el problema de las inundaciones. El estudio UNAL-DNP propuso las siguientes intervenciones prioritarias:

- Reconstruir el dique actual, modificando los diseños para mejorar función hidráulica. (Diques vertederos localizados en los rompederos).
- Dragado y limpieza de 15 caños y tres ciénagas, de tal manera que se pueda garantizar su capacidad hidráulica y el éxito de la redistribución de caudales.
- Plantas de tratamiento, tanto para sólidos como para metales pesados, a la salida de los vertederos

El costo estimado de las obras necesarias es de 1 billón de pesos, que financiaría el Fondo de Adaptación.

Los principales promotores de La Mojana como “despensa agrícola y pecuaria de Colombia” son los actores de la región, en especial ganaderos, terratenientes y políticos locales. Los actores nacionales, recientemente y a raíz de la ola invernal, parecen estar más interesados en el rol de regulación de inundaciones que prestan los ecosistemas de La Mojana. Parece entonces que existe un conflicto de intereses entre la escala local y la escala nacional frente al modelo de desarrollo adecuado para la región.

⁵² Tomado de la página web: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-862332> “La despensa agrícola de La Mojana será un hecho”. Recuperado en Febrero de 2013.

En la zona la pobreza es endémica, y presenta retrasos frente al promedio nacional en todos los indicadores de desarrollo humano (ej. Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas, Índice de Desarrollo Humano) (SIG, 2011). A la hora de considerar escenarios de desarrollo, con una visión integral y una perspectiva de Macrocuenca, es necesario buscar mecanismos para alinear los intereses y aspiraciones locales con los nacionales. Antes de profundizar en los posibles escenarios, es útil considerar primero el cuadro completo de los servicios ambientales que presta La Mojana al país, y las limitaciones que la situación actual impone a las posibilidades de desarrollo.

2.12.4.3.1 LA CONTAMINACIÓN CON MERCURIO EN LA MOJANA

Uno de los problemas más dramáticos que enfrentan los habitantes de La Mojana, y que impone una restricción profunda y estructural a sus posibilidades de desarrollo, es el envenenamiento con mercurio que viene sufriendo la región desde hace varios años. El mercurio llega a la región principalmente por el río Cauca, proveniente de los procesos mineros que se dan en las zonas norte y nororiental del Departamento de Antioquia por extracción de oro (Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental). Según estudios de Naciones Unidas (Africano, 2002) y varios trabajos de Jesús Olivero de la Universidad de Cartagena (Oliveiro, 2005), La Mojana ocupa el primer lugar en el mundo en contaminación con mercurio. Muestras de la concentración de mercurio en el cuerpo humano tomadas en la región están muy por encima del parámetro máximo mundial. En La Raya, Bolívar, la concentración de mercurio en muestras de cabello humano fue de 5.6 ppm, mientras que en Guaranda y Majagual fueron superiores a 2.5 ppm. El parámetro mundial es de 0.9 ppm.

El mercurio llega a la región principalmente por el río Cauca, proveniente de los procesos mineros que se dan en las zonas norte y nororiental del Departamento de Antioquia por extracción de oro (Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental).

El mercurio es particularmente peligroso en La Mojana porque se biomagnifica y bioacumula a través de la cadena trófica, llegando finalmente a los peces que hacen parte fundamental del modo de subsistencia de los pobladores. Varios estudios han encontrado concentraciones peligrosas de mercurio en los peces de la Mojana (Marrugo-Negrete, 2008). Paradójicamente, la Mojana es la región de las Macrocuencas Magdalena-Cauca y Caribe donde la pesca de agua dulce es más significativa, esto se referencia en la Tabla 2.22 y en la Ilustración 2.30. Estudios en la zona han encontrado síntomas de envenenamiento por mercurio en pobladores de Ayapel (Gracia, Marrugo, & Alvis, 2009). El mercurio causa daño neurológico, enfermedad cardíaca y presión arterial alta, efectos sobre el sistema inmunológico, cáncer, daños reproductivos y daños en los riñones.

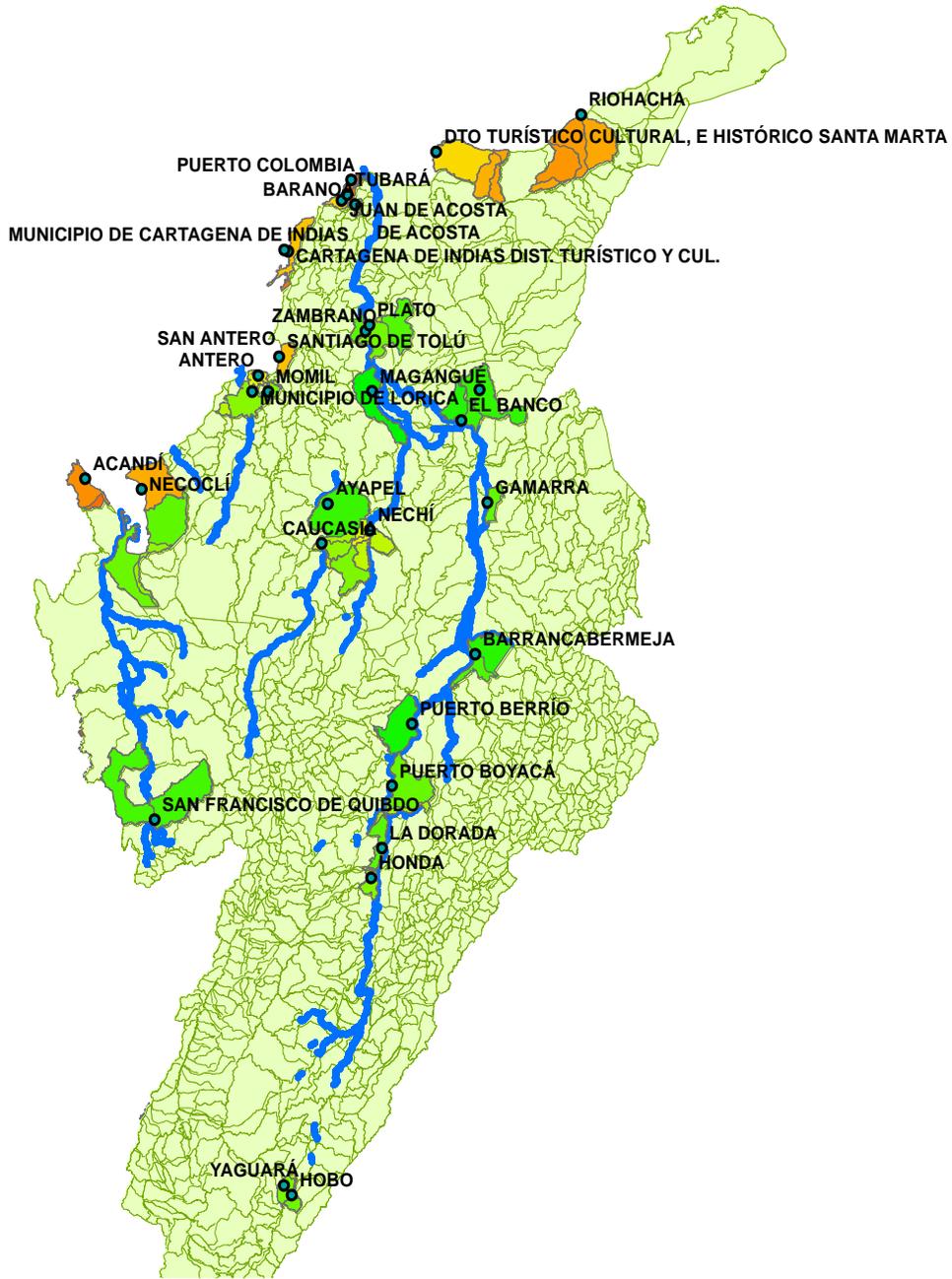
Uno de los estudios (Gracia, Marrugo, & Alvis, 2009) concluye que “de acuerdo a las normas internacionales, el sistema hídrico de la Región de la Mojana no puede tener ningún tipo de uso (potable, doméstico, pecuario, agrícola). Punto grave teniendo en cuenta que la región es netamente ganadera, agrícola y pesquera.”

Tabla 2.22. Peso y valor económico de la pesca en diferentes zonas de las Macrocuencas Magdalena-Cauca y caribe.

Zona de Análisis		Peso (Kg)		Valor (\$)	
1	Alto Magdalena	543.730	3,386%	3.174.925.753	3,166%
2	Medio Magdalena	3.155.128	19,645%	22.119.614.301	22,054%
3	Bajo Magdalena	3.231.287	20,120%	21.685.845.879	21,622%
4	Alto Cauca	13.357	0,083%	93.314.884	0,093%
5	Medio Cauca	143.042	0,891%	1.101.287.805	1,098%
6	Bajo Cauca	7.208.292	44,883%	42.653.613.990	42,528%
7	Catatumbo	233	0,001%	1.330.471	0,001%
8	Guajira	3.225	0,020%	18.450.723	0,018%
9	Litoral	2.907	0,018%	20.602.990	0,021%
10	Urabá	1.759.135	10,953%	9.427.304.061	9,399%
Total general		16.060.336	100%	\$ 100.296.290.859	100%

Fuente: UT Macrocuencas

Ilustración 2.30. Importancia de la pesca en los municipios de las Macrocuencas magdalena-Cauca y Caribe



Fuente: UT Macrocuenclas

2.12.4.3.2 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PRESTA LA MOJANA AL PAIS

A la luz de lo discutido anteriormente, a continuación se enumeran los principales servicios ambientales que le presta La Mojana a la Macrocuena Magdalena-Cauca:

1. Reservorio regulador de inundaciones
2. Trampa de sedimentos
3. Depuración del agua
4. Pesca y biodiversidad

En cuanto a la captura de sedimentos, vale la pena resaltar los trabajos de Juan Darío Restrepo de la Universidad EAFIT, que han estimado que entre el 20% y 45% de los sedimentos del Sistema Magdalena-Cauca-Cesar quedan atrapados en el Depresión Momposina (

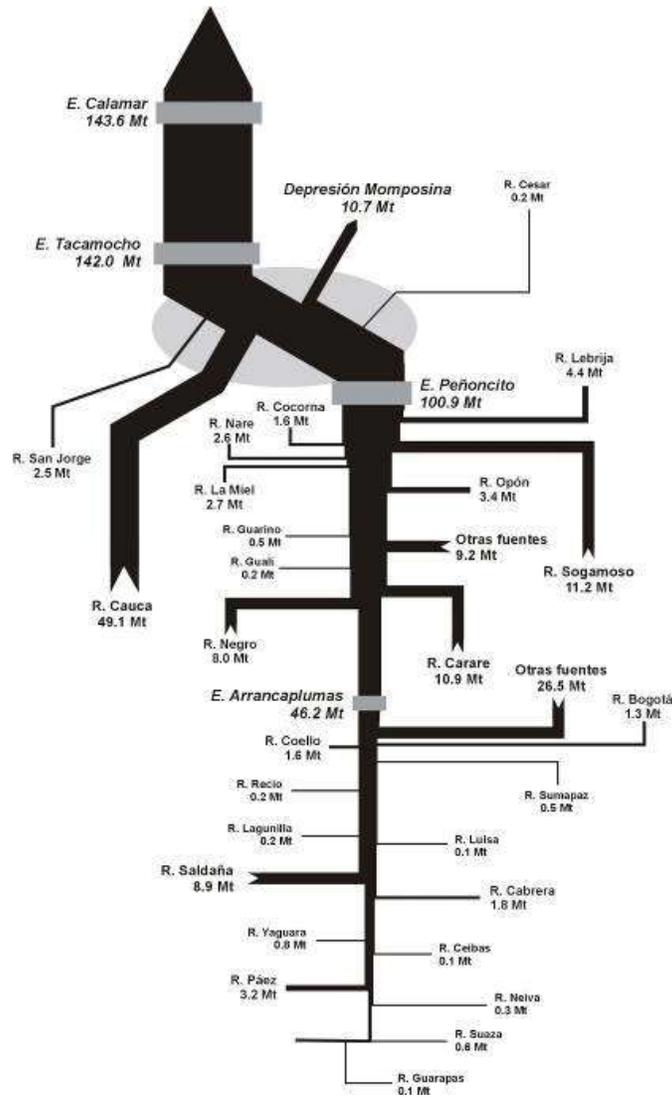
Ilustración 2.31). Esta captura de sedimentos puede ser importante para mantener la navegación del Magdalena, así como reducir los impactos de este sobre el mar Caribe.

Por otra parte, respecto a la depuración del agua, el potencial de los humedales para depurar las aguas de metales es bien conocido en el mundo y utilizado en el tratamiento de aguas con lixiviados mineros⁵³. Considerando la evidencia discutida arriba sobre la retención de mercurio en La Mojana, es razonable suponer que una cantidad importante de mercurio está quedando en el sistema de humedales y no continúa hacia la cuenca baja del río Magdalena. Este servicio de depuración del agua de sustancias peligrosas debe tener un gran valor, en particular considerando que ciudades muy importantes como Barranquilla y Cartagena toman su agua del Magdalena.

En términos de pesca, este servicio ecosistémico de La Mojana está destruido por la contaminación, y ya no constituye una alternativa viable de aprovechamiento del ecosistema. Ni siquiera es claro en cuánto tiempo se podría recuperar el ecosistema en el evento de que se lograran eliminar los aportes de mercurio (que vienen en su mayor parte de minería ilegal fuera del control estatal). El mercurio se acumula en toda la cadena trófica (plantas, animales y descomponedores), así como en el sedimento (Ilustración 2.31)

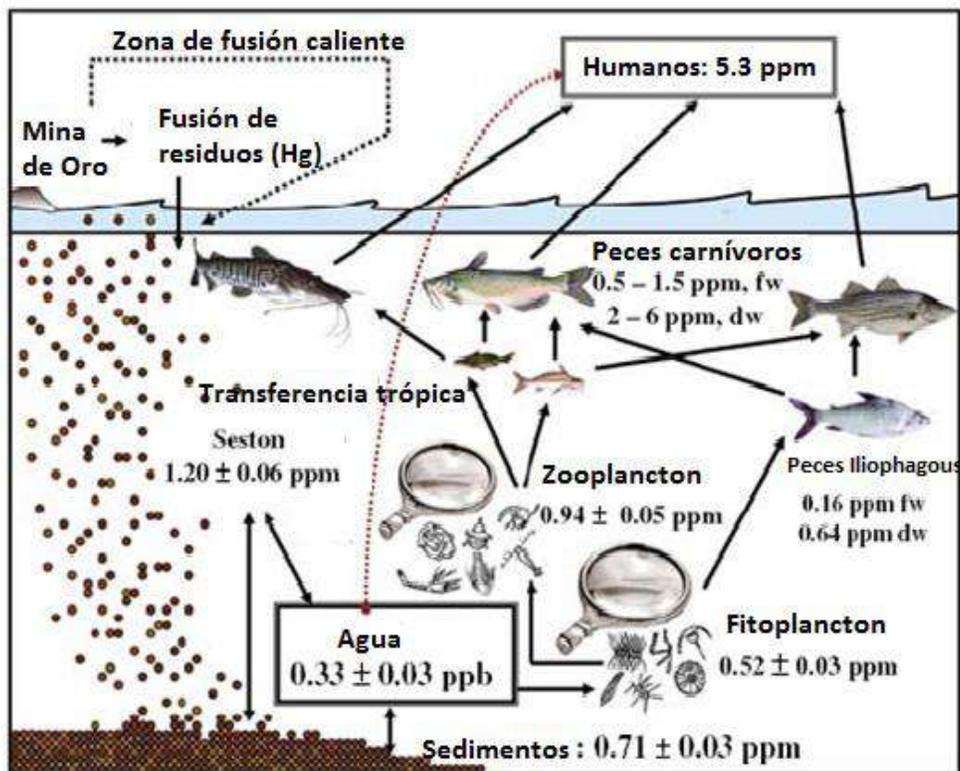
⁵³ Mays, P. A. and G. S. Edwards. 2001. "Comparison of Heavy Metal Accumulation in a Natural Wetland and Constructed Wetlands Receiving Acid Mine Drainage." *Ecological Engineering* 16:487-500

Ilustración 2.31. Modelo del transporte de sedimentos en el río Magdalena y sus afluentes.



Fuente: Kettner, Restrepo y Syvitski, 2010. Journal of Geology

Ilustración 2.32. Concentración de mercurio en diferentes compartimientos ambientales de los humedales de La Mojana.



Fuente: (Marrugo-Negrete et al, 2008)

2.12.4.3.3 ESCENARIOS DE DESARROLLO TERRITORIAL EN LA MOJANA

Teniendo lo anterior como contexto, podemos entrar a considerar los posibles escenarios de desarrollo territorial en La Mojana, a la luz de sus relaciones funcionales con el resto de la Macrocuena. Para tener mayor claridad, se plantean dos escenarios extremos, anticipando que es probable que la solución óptima sea una situación intermedia.

ESCENARIO 1. *La Mojana, despensa agrícola y pecuaria de Colombia*

Intervenciones necesarias

- * Adecuación de tierras (drenaje de ciénagas, etc.).
- * Construcción de infraestructura para proteger la agricultura y la ganadería (diques, obras de canalización).
- * Asignar rol regulador de inundaciones a los embalses de la cuenca media del Cauca.
- * Tratamiento de aguas para eliminar sustancias peligrosas mercurio, etc.)
- * Inversiones en infraestructura de transporte, manejo de alimentos y comercialización.
- * Crecimiento poblacional, desarrollo de la infraestructura para ofrecer servicios públicos básicos.

Ventajas

- * Generación de empleo.
- * Aumento del PIB regional.
- * Mayor inversión en zona de gran pobreza.

Desventajas

- * Destrucción del capital natural para regular inundaciones.
- * Pérdida de biodiversidad y potencial eco turístico.
- * Necesidad de inversiones y costos para sustituir el capital natural de regulación por capital construido (diques, etc.)
- * Necesidad de dar rol de regulación de caudales a los embalses de la cuenca media del río Cauca, disminuyendo su potencial de generación eléctrica.
- * Altos costos para garantizar el derecho al agua potable y ambiente sano para la población (eliminación de mercurio).
- * Altos costos para desarrollar capital construido para el control de inundaciones.
- * Posible riesgo de introducción de mercurio en la cadena de producción de alimentos (agrícola y pecuaria).

ESCENARIO 2. *La Mojana, parque natural regulador, descontaminador y turístico.*

Intervenciones necesarias

*Reubicación asentamientos en zonas vulnerables a la inundación, o expuestas a la contaminación por mercurio. Posiblemente fuera del parque.

*Exclusión de la agricultura y la ganadería de las zonas inundables y expuestas a la contaminación por mercurio.

*Desarrollo de mecanismos de pago por servicios ambientales (que involucren a la comunidad reasentada), en donde las cuencas altas y media del río Cauca, y la cuenca baja del río Magdalena compensan a La Mojana por sus servicios ambientales (funcionar como PTAR y PTAP, ser reservorio de regulación de inundaciones y trampa de sedimentos).

*Desarrollar proyectos ecoturísticos que aprovechen la belleza natural de la región (en la medida que la contaminación por mercurio lo permita).

Ventajas

*Aprovecha la vocación natural de la región, donde predomina el capital natural para la regulación de inundaciones, la depuración del agua, y la captura de sedimentos.

*Aleja a la población del riesgo de envenenamiento por mercurio.

*Previene el ingreso del mercurio en la cadena de producción de alimentos (agrícola y pecuaria)

*Elimina o disminuye la necesidad de imponer requisitos de regulación de inundaciones a los embalses hidroeléctricos de la cuenca media del Cauca.

Desventajas

*Altos costos de reasentamiento de poblaciones vulnerables a las inundaciones y el envenenamiento por mercurio.

2.12.5 NAVEGACION

2.12.5.1 IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA NAVEGACION POR EL RIO MAGDALENA

El río Magdalena tiene unas características geográficas favorables en términos logísticos que lo hacen muy atractivo como alternativa para el transporte de carga: atraviesa el país de sur a norte, ubicándose en sus inicios e inmediaciones cerca de los centros de oferta de productos, y desembocando en algunos de los puertos marítimos más importantes del país.

Ilustración 2.33. Recorrido del Río Magdalena.

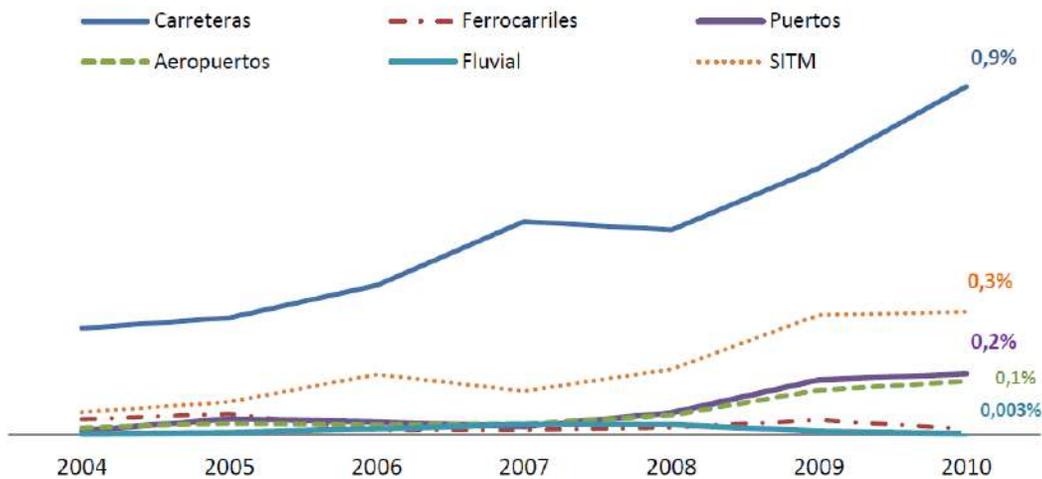


En su punto más alto, en 1956, el río Magdalena movilizaba una carga de 2 millones de ton/año y más de 360 mil pasajeros (cita) y las ciudades rivereñas eran importantes centros comerciales. A

partir de la década de los 50, el Gobierno colombiano tomó la decisión de privilegiar el desarrollo de la red de carreteras como principal mecanismo de interconexión entre los centros urbanos y productivos, y de estos con los puertos marítimos. La falta de inversión en infraestructura y mantenimiento que resultó de esta decisión, condujo al deterioro de las condiciones de navegabilidad del río. En ausencia de un adecuado mantenimiento (trabajos de dragado y canalización), la variabilidad natural del río y la resultante inestabilidad del canal navegable le quitó competitividad al transporte fluvial frente a otros modos. Esto condujo a una contracción del mercado para la navegación fluvial, y al deterioro de las instalaciones de los puertos fluviales en La Dorada, Puerto Salgar, Puerto Berrío, Barrancabermeja, Puerto Wilches, Capulco, Gamarra, El Banco y Magangué.

Al disminuir el volumen de carga y la importancia relativa de esta frente a otros modos de transporte, disminuyó también el incentivo para los sectores público y privado de invertir en la navegación fluvial, en un círculo vicioso que ha dejado al transporte fluvial relegado a un papel marginal en el transporte de carga en Colombia. La baja importancia relativa del transporte fluvial para la nación queda reflejada en la Ilustración 2.34, que muestra la inversión total por modo de transporte en el periodo de 2004-2010.

Ilustración 2.34. Inversión total por modo de transporte (% del PIB).



Fuente: DNP, DANE, Cámara Colombiana de Infraestructura.

Sin embargo, la progresiva apertura económica de Colombia iniciada en los años 90 y profundizada recientemente con tratados de libre comercio, y la creciente participación en la productividad nacional de los hidrocarburos y el carbón, han generado un interés renovado en desarrollar la navegación fluvial por el Magdalena como un factor de competitividad para Colombia. En general, y para ciertos tipos de cargas, el transporte fluvial es mucho más costo-eficiente que otras alternativas, como lo muestra la Tabla 2.23. Comparación de la capacidad y costo-eficiencia de diferentes modos de transporte.

Tabla 2.23. Comparación de la capacidad y costo-eficiencia de diferentes modos de transporte.

Para transportar 7.200 Toneladas por 500 Km:					
Modo	Capacidad Ton/Un	Equipo Unidades	*Costo por Ton/km	Velocidad (Km/h)	Costo Total (millones de pesos)
Aéreo	12 Ton.	600	1190	625	4284
Carretero	35 Ton.	206	60	50	216
Férreo	35 x vagón	204 vagones	30	25	107
Fluvial	1200 x bote	6 botes	16	14	58

Fuente: Ministerio de Transporte - Sección de Tráfico Fluvial 2007

Fuente: Ministerio de Transporte- Sección de Tráfico Fluvial 2007.

De la tabla se desprende que por su gran capacidad y costo-eficiencia, así como por su velocidad baja comparada con los otros medios, el transporte fluvial es adecuado para cargas no perecederas que requieren ser movilizadas en gran volumen y con distancias considerables. Estas son las características de muchos de los productos de importación y exportación que se transportan el país (ej. petróleo, carbón, granos).

La necesidad de desarrollar esta oportunidad latente se reconoció en el ejercicio de planificación del DNP "Visión Colombia II Centenario: 2019"⁵⁴ y en el más reciente Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. PROSPERIDAD PARA TODOS, donde explícitamente se plantea la meta del "Mejoramiento de la navegabilidad del río Magdalena y generación de incentivos al sector privado para que se constituya en corredor de transporte." (DNP, 2011). En estos documentos se reconoce el transporte de carga por el Río Magdalena como uno de los pilares estratégicos para la competitividad de la Nación.

⁵⁴ Vision 2019

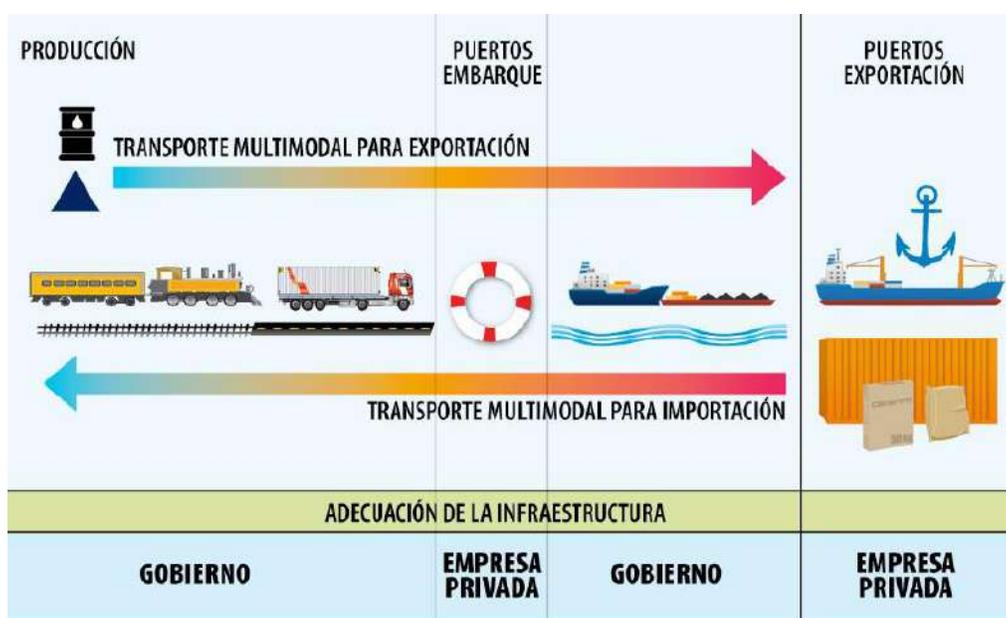
Estas orientaciones dieron el marco para la formulación por parte de CORMAGDALENA de su “Plan de Acción 2012-2014. La Gran Vía de Transporte Nacional”. En línea con los planteamientos del Plan Nacional de Desarrollo y la Visión 2019, CORMAGDALENA estableció como metas del mencionado plan los siguientes tres grandes proyectos:

1. El encauzamiento del río entre Puerto Salgar (Cundinamarca) y Barrancabermeja (Santander).
2. El dragado permanente de toda la cuenca.
3. Formulación del Plan Maestro del río, a través de un convenio entre CORMAGDALENA, el Gobierno de China, la empresa estatal HYDROCHINA y Acción Social de Colombia.

Actualmente el Río es navegable comercialmente desde su desembocadura en Bocas de Ceniza y Pasacaballo (Canal del Dique) hasta Barrancabermeja, en una longitud aproximada de 631 kilómetros y en menor escala hasta Puerto Berrío y Puerto Salgar. Con las obras de encauzamiento emprendidas por CORMAGDALENA se espera garantizar navegabilidad 365 días al año entre Puerto Salgar y Bocas de Ceniza.

Por otro lado, el transporte fluvial es un medio intermedio de transporte que requiere articulación con otros modos para que las cargas lleguen de los orígenes a los destinos finales (ej. carreteras y ferrocarriles articulados a los puertos fluviales). Por lo tanto su viabilidad y eficiencia económica está sujeta al desarrollo de esta articulación con los otros modos de transporte. En esta medida, el desarrollo del transporte fluvial tiene que estar integrado con una estrategia general de transporte intermodal que contemple todas las etapas del ciclo logístico (Ilustración 2.35).

Ilustración 2.35. Modelo multimodal de interconectividad.



Fuente: Asoportuaria

En efecto, esta estrategia está formulada en el CONPES 3547 “POLITICA NACIONAL DE LOGISTICA”, el cual establece como meta “contar con corredores logísticos articulados”, y menciona que “el reto es llegar a una complementariedad modal que estimule una mayor oferta de transporte, permita un aumento del flujo de bienes y servicios, y produzca una reducción en los costos de distribución física de nuestros productos.” En este sentido, el Gobierno Nacional tiene identificados varios proyectos de infraestructura de carreteras que mejorarán la articulación de los puertos fluviales del río Magdalena a la red de carreteras .

Tabla 2.24. Proyectos viales para mejorar conectividad de centros de producción y consumo al Río Magdalena.

Vía	Municipios	Función
Barbosa (Bolívar) - Puerto Berrio	Barbosa (Bolívar)-Vélez-Cimitarra-Puerto Berrio	Permitirá sacar la producción carbonífera de esta área al río Magdalena
Medellín - Puerto Berrio	Medellín-Barbosa-Cisneros-Puerto Berrio	Acercara a Medellín (zona industrial) a Puerto Berrío.
Zipaquirá - La Dorada	Zipaquirá-Pacho-La Palma-Caparrapí-La Dorada	Permitirá la salida y entrada rápida de productos de Cundinamarca y Bogotá al río Magdalena.
Corredor Logístico Bucaramanga - Barrancabermeja	Bucaramanga-Barrancabermeja	Mejorar el acceso Terrestre Bucaramanga – Barrancabermeja, permitiendo la salida de los productos de los Santanderes al río Magdalena.
Corredor Logístico Puerto Galán-Barrancabermeja	Puerto Galán-Barrancabermeja	Mejorar el corredor fluvial Puerto Galán – Barrancabermeja y el acceso terrestre.
Corredor logístico Puerto Capulco – Gamarra	Capulco - Gamarra	Construcción del acceso terrestre a Capulco y Gamarra, donde se situarán los puertos fluviales de mayor envergadura.

Fuente: Ministerio de Transporte.

Además de las inversiones en infraestructura planeadas o en ejecución, el Gobierno ha tomado medidas regulatorias para estimular la inversión privada en la navegación fluvial. Tal es el caso del Decreto 2755 del 2003, por medio del cual se reglamenta el artículo 207-2 del Estatuto Tributario:

“Artículo 3°. Renta exenta en la prestación del servicio de transporte fluvial.

Las rentas provenientes de la prestación del servicio de transporte fluvial desde personas, animales, cosas con embarcaciones y planchones de bajo calado, están exentas del impuesto sobre la renta por un término de quince (15) años, contados a partir del 1° de enero de 2003. Para tal efecto se consideran embarcaciones y planchones de bajo calado aquellas que con carga tengan un calado igual o inferior a 44.55 pies, o las que cumplan con las características definidas por el Ministerio de Transporte.”

Con todo lo anterior se puede apreciar que hay una política de estado orientada a desarrollar la navegación fluvial por el río Magdalena, y romper el círculo vicioso donde la baja inversión en infraestructura y mantenimiento limita la navegabilidad, que limita la competitividad frente a otros modos de transporte, reduciendo el tráfico y eliminando los incentivos para mayor inversión privada y pública en infraestructura para la navegación fluvial.

Al igual que en el caso de la hidroelectricidad, donde es indiscutible la importancia de satisfacer las demandas de energía de la economía Colombiana, hay argumentos económicos muy fuertes para desarrollar la navegación por el río Magdalena. Cabe sin embargo preguntarse cuáles son los impactos ambientales y sociales, además de los económicos, y como se distribuyen estos posibles costos y beneficios.

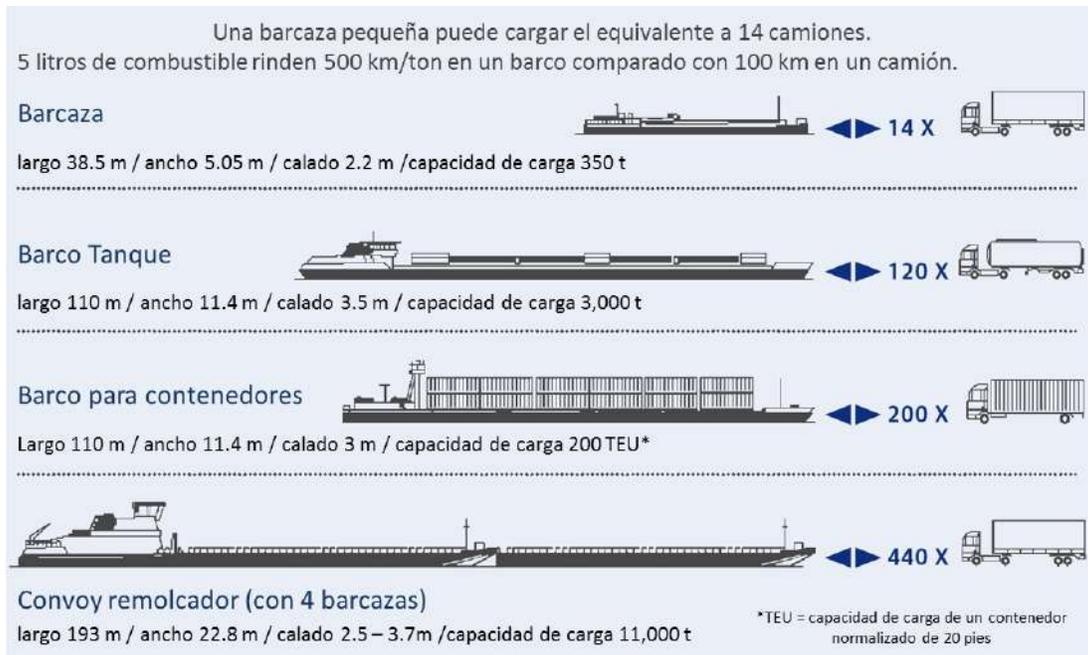
2.12.5.2 IMPACTOS AMBIENTALES DE LA NAVEGACIÓN FLUVIAL

En términos ambientales hay al menos tres aspectos que merecen consideración al momento de evaluar costos y beneficios del desarrollo de la navegación fluvial por el Río Magdalena:

1. Hay un impacto ambiental positivo de tipo global, resultado de las emisiones de CO₂ evitadas al sustituir el transporte por carretera por el fluvial. Este último genera aproximadamente un tercio de las emisiones contaminantes que resultan del transporte por camiones (WWF, 2005)⁵⁵. La Ilustración 2.36 compara la capacidad y eficiencia de diferentes tipos de barcos fluviales con los camiones.

⁵⁵ WWF, 2005. Inland Navigation and Emissions. Literature review prepared by Suzanne Ebert.

Ilustración 2.36. Comparación de diferentes tipos de transporte fluvial con su equivalente en camiones.



Fuente: Adaptado de: Inland Navigation Europe (INE)

Además de la reducción de emisiones de gases efecto invernadero, la sustitución de un gran número de camiones por transporte fluvial alargaría la vida útil de la red de carreteras. CORMAGDALENA ya ha iniciado el proceso de emitir bonos de carbono a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) asociados a la sustitución de camiones por transporte fluvial.

2. Impacto potencial de la navegación fluvial sobre la dinámica de los ecosistemas acuáticos y rivereños asociados al río. En este caso hay al menos dos efectos para considerar: i. efectos hidráulicos que generan los barcos al navegar por el río, los cuales que puedan impactar las orillas, la fauna y la flora de los ecosistemas acuáticos. ii. Modificaciones a la estructura del canal del río para favorecer la navegación. En este segundo aspecto, el factor limitante para la navegación en general es la profundidad del canal durante el verano. Se requiere un análisis económico y ecológico para determinar en qué medida el diseño de las naves se puede adaptar al canal, y en qué medida el canal se puede transformar para permitir naves de mayor capacidad. Naves de calado muy pequeño pueden hacer la navegación económicamente inviable, mientras que naves de calado muy grande pueden requerir obras de adecuación de canal demasiado costosas y con impactos más severos sobre el ecosistema.

CORMAGDALENA, como parte de su plan de acción 2012-2014, está ejecutando obras de encauzamiento en el tramo Puerto Salgar –Barrancabermeja, las cuales han sido diseñadas para permitir una profundidad mínima del canal navegable en el verano, a la vez que minimizan el impacto sobre la dinámica natural del río. En particular se han emprendido tres tipos de obras: (1) refuerzo de taludes para evitar derrumbes de los bancos en tramos críticos del río, (2) diques sumergidos longitudinales, (3) diques sumergidos transversales al curso del río, los cuales tienen una apertura en la cresta para permitir un flujo parcial de agua incluso en situaciones de caudal mínimo.

El diseño de estas obras busca no interferir con la dinámica natural de inundaciones que acopla funcionalmente al río con su planicie inundable. Durante épocas de aguas altas los diques están sumergidos y no tienen ninguna incidencia sobre las inundaciones y el intercambio químico y biológico entre el río y la planicie de inundación. En épocas de caudal mínimo los diques longitudinales permiten que el canal navegable mantenga la mínima profundidad necesaria, mientras que los transversales previenen (parcialmente) que el agua del río se desvíe hacia brazos alternos al canal principal.

3. Impactos sobre el río que generaría una reactivación económica de las poblaciones rivereñas. El conjunto de inversiones y medidas que está tomando el estado para desarrollar la navegación del río Magdalena van a permitir que este se convierta nuevamente en una arteria comercial de gran importancia económica. Entre los cambios socio-económicos que se pueden esperar durante este proceso está el crecimiento y desarrollo económico de poblaciones como La Dorada, Mompós, Puerto Salgar, Puerto Berrío, Barrancabermeja, Puerto Wilches, Capulco, Gamarra, El Banco y Magangué. La relocalización o creación de nuevos asentamientos industriales hacia los puertos y zonas francas, para aprovechar las ventajas comparativas que brindará el río, aumentará la presión que estas poblaciones ejercen sobre el río, particularmente en términos de vertimientos domésticos e industriales. Esto puede generar un conflicto con usuarios del río aguas abajo como Barranquilla y Cartagena, quienes dependen del mismo para su abastecimiento de agua.

2.13 ANEXO 4. EMBALSES DE COLOMBIA Y SUS USOS

Embalse	Función Primaria	Funciones Secundaria	Función Terciaria
Arroyo Matuya	Irrigación		
Arroyo Grande	Irrigación		
Urra 1	Hidroelectricidad	Control de inundaciones	
Porce 2	Hidroelectricidad		
Miraflores	Hidroelectricidad		
Río Grande 2	Hidroelectricidad	Abastecimiento de acueductos	
San Lorenzo	Hidroelectricidad		
Santa Rita I	Hidroelectricidad		

Embalse	Función Primaria	Funciones Secundaria	Función Terciaria
Playas	Hidroelectricidad		
Punchiná	Hidroelectricidad		
Neusa	Abastecimiento de acueductos	Control de inundaciones	
Guatavita	Hidroelectricidad		
Chivor	Hidroelectricidad		
Guavio	Hidroelectricidad		
Chuza	Abastecimiento de acueductos		
Prado	Hidroelectricidad	Irrigación Distrito de Prado (Tolima)	
Betania	Hidroelectricidad	Recreación	
Calima	Hidroelectricidad		
Salvajina	Hidroelectricidad	Control de inundaciones	
Piedras Blancas	Hidroelectricidad	Abastecimiento de acueductos	
Quebradona	Hidroelectricidad		
Troneras	Hidroelectricidad		
Peñol-Guatape	Hidroelectricidad		
La Fe	Hidroelectricidad	Abastecimiento de acueductos	
Porce 3	Hidroelectricidad		
Ituango	Hidroelectricidad		
Chisacá	Abastecimiento de acueductos		
La Tasajera	Abastecimiento de acueductos		
Jaguas	Hidroelectricidad		
San Carlos	Hidroelectricidad		
Miel	Hidroelectricidad		
San Francisco	Hidroelectricidad		
La Guaca	Abastecimiento de acueductos		
Alto Anchicaya	Hidroelectricidad		
Bajo Anchicaya	Hidroelectricidad		
Guajaro	Pesca	Irrigación Distrito de Repelón (Atlántico)	
Calderas	Hidroelectricidad		
Tafetanes	Hidroelectricidad		
Sisga	Control de inundaciones	Abastecimiento de acueductos	
Tomine	Hidroelectricidad	Control de inundaciones	Abastecimiento de acueductos
Muña	Hidroelectricidad		
La Copa	Irrigación	Abastecimiento de acueductos	Control de inundaciones
Rancheria	Irrigación	Hidroelectricidad	
Cantarana	Control de inundaciones		